

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки ) 15.03.01 Машиностроение  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Разработка технологии изготовления детали «Шток»</b>

УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л51	Кулеш Станислав Геннадьевич		22.05.2020

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бознак А.О.	к.т.н		22.05.2020

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Криницына З. В.	к.т.н		22.05.2020

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоев Е. В.	к.т.н		22.05.2020

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<b>15.03.01 Машиностроение</b>	Ефременков Е.А.	к.т.н		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение  
 Отделение школы (НОЦ) \_\_\_\_\_ Отделение материаловедения \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Ефременков Е.А.  
 (Подпись)      (Дата)      (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

<b>Бакалаврской работы</b>
----------------------------

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л51	Кулеш Станислав Геннадьевич

Тема работы:

<b>Разработка технологии изготовления детали «Шток»</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	28.02.2020 , № 59-58/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	22.05.2020
--	------------

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<b>Исходные данные к работе</b> <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Чертеж детали «шток», годовая программа выпуска, техническое задание
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Разработка технологии изготовления детали «шток» (обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени); проектирование специального приспособления для контроля радиального биения
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Чертеж детали - 1 лист; Технологический процесс изготовления детали - 2 листа;

		Размерный анализ - 1 лист; Чертеж приспособления - 1 лист
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> (с указанием разделов)		
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>	
Технологический раздел	Бознак А.О.	
Конструкторский раздел	Бознак А.О.	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Криницына З. В.	
Социальная ответственность	Белоев Е. В.	
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>		

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	16.12.2019
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бознак А.О.	к.т.н.		16.12.2019

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л51	Кулеш Станислав Геннадьевич		16.12.2019

## Результаты обучения

Вый про	Результат обучения*
<i>Общекультурные компетенции</i>	
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства

P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P11	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.
P12	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 4 глав, изложенных на 94 страницах печатного текста, и содержит 55 рисунков и 6 чертежей. При написании был использован 21 источник.

Ключевые слова: разработка технологического процесса, деталь «шток», анализ технологичности, припуск, расчет режимов резания.

Объектом исследования является: деталь «шток».

Цель работы: разработать технологию изготовления детали «шток».

В ходе исследования был проведен анализ технологичности конструкции детали, спроектирован технологический процесс ее изготовления, выбраны средства технологического оснащения, инструменты, рассчитаны режимы резания, а также разработано специальное приспособление для контроля радиального биения.

Степень внедрения: полученные результаты могут применяться в мелкосерийном производстве.

Область применения: машиностроение.

Перевод на английский язык

The final qualifying paper consists of 4 chapters set out on 94 pages of printed text and contains 55 pictures and 6 drawings. When writing was used 21 sources.

Keywords: development of the technological process, detail—stock, analysis of manufacturability, allowance, calculation of cutting conditions.

The object of the study is: detail "stock".

Objective: to develop the technology of manufacturing the stock part.

As a result of the study, an analysis of the technological design of the part was carried out, the technological process of its production was designed, the technological equipment and tools were selected, cutting modes were calculated, and a special tool for radial runout control was developed.

The degree of implementation: the results can be applied in small-sized production.

Scope: mechanical engineering

## Содержание

Введение.....	3
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	4
Техническое задание.....	4
1.1. Анализ технологичности конструкции детали.....	5
1.2. Определение типа производства.....	6
1.3. Выбор заготовки.....	10
1.4.Разработка маршрута изготовления детали.....	11
1.5. Размерный анализ спроектированного техпроцесса.....	15
1.5.1.Определение допусков на технологические размеры.....	15
1.5.2. Проверка обеспечения точности конструкторских размеров.....	18
1.5.3. Определение минимальных припусков на обработку.....	22
1.5.4.Расчет диаметральных технологических размеров.....	23
1.5.5.Расчет осевых технологических размеров.....	26
1.6. Расчет режимов и мощности резания переходов.....	33
1.7 Нормирование технологических операций.....	46
1.7.1.Расчет основного времени.....	46
1.7.2.Расчет вспомогательного времени.....	55
1.7.3.Расчет оперативного времени.....	56
1.7.4.Расчет времени на обслуживание и отдых.....	56
1.7.5.Расчет подготовительно-заключительного времени.....	57
1.7.6.Расчет штучного времени.....	57
1.7.7.Расчет штучно-калькуляционного времени.....	58
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	59
2.1. Техническое задание.....	59
2.2.Описание приспособления.....	60
3.ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	63
3.1. Анализ конкурентных технических решений.....	64
3.2. SWOT-анализ проекта.....	65
3.3. Планирование проекта.....	68
3.4. Бюджет затрат на реализацию проекта.....	70
3.4.1. Расчет материальных затрат НТИ.....	71
3.4.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ.....	72
3.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы.....	72
3.4.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	74
3.4.5. Накладные расходы.....	75
3.5. Формирование затрат на реализацию проекта.....	75
3.6. Ресурсоэффективность.....	75
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	77
Введение.....	79
4.1.Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	80
4.2.Производственная безопасность.....	81
Анализ опасных и вредных факторов производственной среды.....	81
Отклонение показателей микроклимата.....	82
Превышение уровня шума.....	82
Недостаточная освещенность.....	83
Повышенный уровень вибрации.....	83
Повышенный уровень электромагнитных излучений.....	85
4.3. Экологическая безопасность.....	85
Защита атмосферы.....	85
Защита гидросферы.....	86

Защита литосферы.....	87
4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	87
Вывод.....	88
Литература.....	89
Приложения.....	91



## **Введение**

В данной работе разрабатывается технологический процесс механической обработки деталей «Шток», выпускаемого на предприятии .

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления штока, который направлен на создание технологии, соответствующей современному уровню развития науки и техники.

Проектируемый технологический процесс должен являться оптимальным вариантом решения проектной задачи. Предлагается применить технологический процесс, который даёт возможность использовать высокопроизводительное оборудование и инструмент, обеспечивающие стабильность качества, применить приспособления, спроектированные для данной детали. Проектирование технологического процесса позволит повысить коэффициент загрузки оборудования без его переналадки, повысить производительность и снизить себестоимость изделия.

# 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## Техническое задание

Спроектировать технологический процесс изготовления штока. Чертёж детали представлен на рисунке 1

Годовой объем выпуска- 3000шт

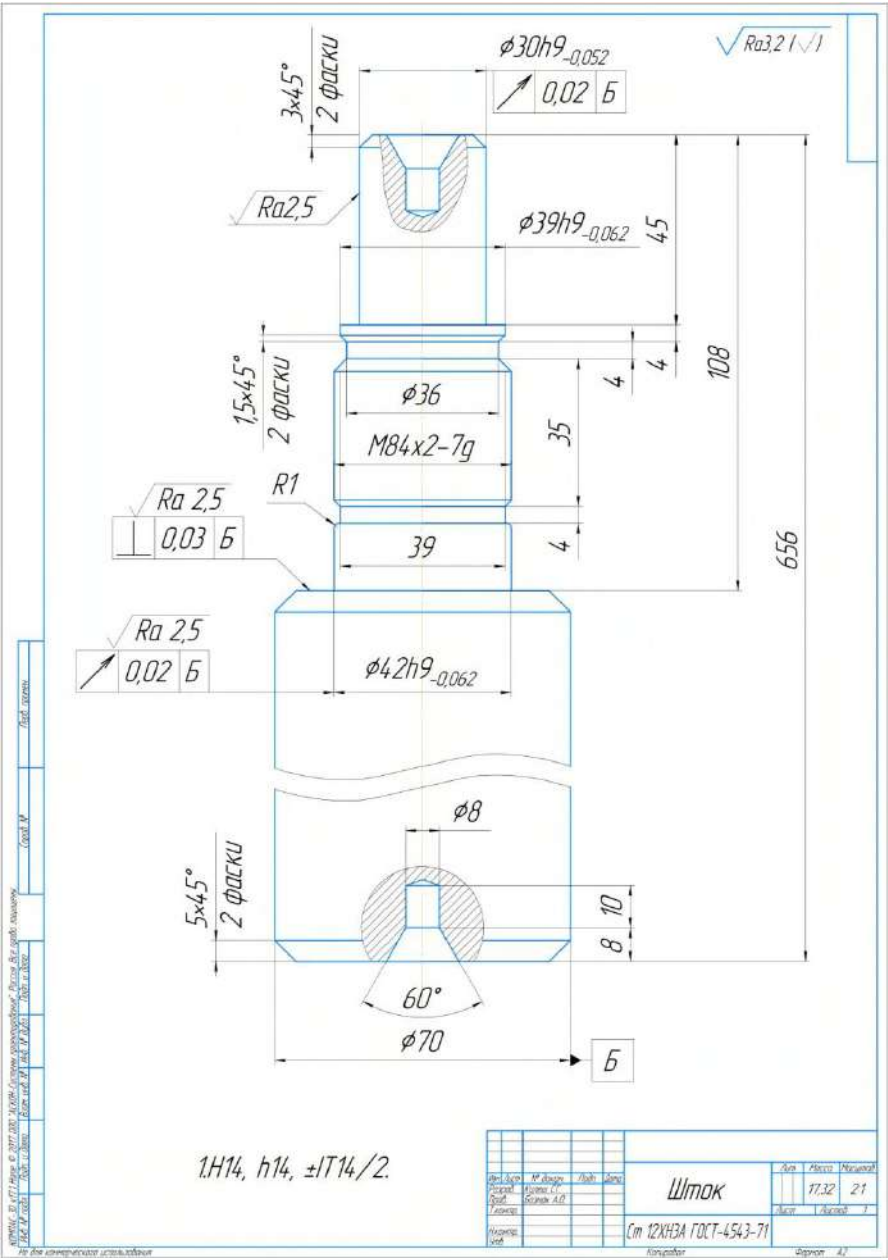


Рис. 1.Чертёж детали “Шток”.

### 1.1. Анализ технологичности конструкции детали

Шток - это деталь из стали 12хн3а ГОСТ 4543-71. Деталь имеет простую конструкцию, может обрабатываться на токарно-винторезных станках простыми инструментами. У детали имеются поверхности, которые можно использовать в качестве технологических баз.

Имеется беспрепятственный доступ инструмента ко всем поверхностям, подвергаемым обработке, необходимая жесткость детали обеспечивается.

Имеются особые требования к точности и шероховатости размеров:  
на поверхности  $\varnothing 30_{-0,052}$ ,  $\varnothing 42_{-0,062}$   $Ra=2,5$ , биение не более 0,02;  
на поверхность  $\varnothing 39_{-0,062}$

Назначение стали 12хн3а - шестерни, валы, червяки, кулачковые муфты, поршневые пальцы и другие цементируемые детали, эти детали должны быть прочными, пластичными, сердцевина должна быть вязкой, а поверхность твердой. Деталь должна выдерживать ударные нагрузки и пониженные температуры до  $-100^{\circ}\text{C}$ .

Химический состав стали

Кремний	Марганец	Медь	Никель	Сера	Углерод	Фосфор	Хром
0,17–0,37	0,3–0,6	0,3	2,75–3,15	0,025	0,09–0,16	0,025	0,6–0,9

Предел текучести $\sigma_{\text{т}}$ МПа	Предел прочности $\sigma_{\text{в}}$ МПа	Относительное удлинение $\delta_{\text{з}}$ %	Ударная вязкость $a_{\text{н}}$ КДж/м <sup>2</sup>
685	930	11	880

Исходя из приведённых данных, можно заключить, что деталь технологична.

## 1.2. Определение типа производства

Чтобы определить тип производства, необходимо воспользоваться коэффициентом закрепления операций, определяемым при помощи формулы [3]:

$$K_{з.о.} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{ср.}}}$$

где  $t_{\text{в}}$  – такт выпуска детали, мин.;

$T_{\text{ср}}$  – среднее значение штучно – калькуляционного времени потраченное в ходе операций техпроцесса, мин.

Такт выпуска детали вычисляется с использованием формулы:

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г.}}}$$

где  $F_{\text{г}}$  – годовой фонд времени работы оснащения, мин.;

$N_{\text{г}}$  – выпуск деталей в год.

Годовой фонд времени работы оснащения производим по табл.5

[3,стр.22] при односменном режиме работы:  $F_{\text{г}} = 2015 \text{ ч}$

Тогда

$$t_{\text{в}} = \frac{4015 \cdot 60}{3000} = 80,3_{\text{мин}}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на осуществление операций  
в техпроцессе:

$$T_{\text{ср.}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ш.к.}i}}{n}$$

где,

$T_{\text{ш.к}i}$  – штучно – калькуляционное время основной операции под номером  $i$ ,  
мин.;

$n$  – количество основных операций.

Основными операциями являются 3 операции, то есть  $n=3$ : обе токарные  
и шлифовальная операция.

Вычисление штучно – калькуляционного времени производится в  
соответствии с приложением 1 [3,стр.146]:

$$T_{\text{ш.к}i} = \varphi_{\text{к.}i} * T_{\text{o.}i},$$

где,

$\varphi_{\text{к.}i}$  – коэффициент  $i$ - ой основной операции, определяемый типом станка и  
видом производства, который был выбран;

$T_{\text{o.}i}$  – основное технологическое время для операции под определенным  
номером, мин.

Для отрезной операции  $\varphi_{\text{к}0} = 1,5$ ;

первых двух токарных операций:  $\varphi_{\text{к.}1} = \varphi_{\text{к.}2} = 2,14$ ;

для шлифовальной  $\varphi_{к.3} = 2,1$ .

Для токарной операции подсчитываем необходимое время для самых длительных переходов.

Основное технологическое время отрезной операции:

$$T_{0,0} = 0,00019D^2 = 0,00019 \cdot 75^2 = 1,07 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по формуле

$$T_{ш.кi} = \varphi_{к.i} \cdot T_{0,i} = 1,5 \cdot 1,07 = 1,6 \text{ мин}$$

Основное технологическое время первой токарной операции:

$$T_{0,1} = 0,000037(D-d)^2 = 0,00019 \cdot (75-0)^2 = 0,2 \text{ мин}$$

$$T_{0,2} = 0,00052Dl = 0,00052 \cdot 8 \cdot 18 = 0,075 \text{ мин}$$

$$T_{0,3} = 0,0001Dl = 0,0001 \cdot 70 \cdot 551 = 3,857 \text{ мин}$$

$$T_{0,I} = 4,139 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по формуле

$$T_{ш.кi} = \varphi_{к.i} \cdot T_{0,i} = 2,14 \cdot 4,139 = 8,857 \text{ мин}$$

Основное технологическое время второй токарной операции:

$$T_{0,4} = 0,00019D^2 = 0,00019 \cdot 75^2 = 1,07 \text{ мин}$$

$$T_{0,5} = 0,00052Dl = 0,00052 \cdot 8 \cdot 18 = 0,075 \text{ мин}$$

$$T_{0,6} = 0,0001Dl = 0,0001 \cdot 42 \cdot 108 = 0,45 \text{ мин}$$

$$T_{0.7} = 0,0001 D l = 0,0001 * 30 * 45 = 0,135 \text{ мин}$$

$$T_{0.8} = 0,0001 D l = 0,0001 * 36 * 4 = 0,014 \text{ мин}$$

$$T_{0.9} = 0,0001 D l = 0,0001 * 39 * 4 = 0,016 \text{ мин}$$

$$T_{0.10} = 0,00017 D l = 0,17 * 39 * 4 = 0,027 \text{ мин}$$

$$T_{0.11} = 0,0001 D l = 0,0001 \text{ мин}$$

$$T_{0.11} = 1,78 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время этой операции находим через формулу:

$$T_{ш.кi} = \varphi_{к.i} * T_{0.i} = 2,14 * 1,78 = 3,82 \text{ мин}$$

Основное технологическое время шлифовальной операции:

$$T_{0.12} = 0,0001 D l = 0,0001 * 42 * 16 = 0,0672 \text{ мин}$$

$$T_{0.13} = 0,0001 D l = 0,0001 * 39 * 4 = 0,0156 \text{ мин}$$

$$T_{0.14} = 0,0001 D l = 0,0001 * 30 * 45 = 0,135 \text{ мин}$$

$$T_{0.11} = 0,218 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время этой операции находим через формулу:

$$T_{ш.кi} = \varphi_{к.i} * T_{0.i} = 2,1 * 0,218 = 0,457 \text{ мин}$$

Среднее время, потраченное в ходе операций

техпроцесса вычисляется по формуле:

$$T_{ср.} = \frac{1,6 + 8,857 + 1,78 + 0,457}{4} = 3,17 \text{ мин}$$

Тип производства определяем по формуле

$$K_{з.о.} = \frac{80,3}{3,17} = 25,331$$

При коэффициенте  $K_{з.о.} = 20 < 25,331 < 40$ , производство является мелкосерийным.

### **1.3. Выбор заготовки**

Себестоимость изготовления детали зависит от средств, потраченных на саму заготовку, на ее механическую обработку, приоритет должен идти на снижение затрат в целом. То, как будет произведена заготовка зависит от её применения как готовой детали, её материала, объема производства, конструкции и средств потраченных на изготовление. С увеличением объема выпуска деталей повышается экономическая обоснованность уменьшения разницы между размером заготовки и размером готовой детали.

Для мелкосерийного производства наиболее подходящим методом является стальной прокат, горячекатаный, круглый ГОСТ 2590-88).



## 1.4.Разработка маршрута изготовления детали

Операция	Установ	Переход	Содержание переходов	Операционный эскиз
005 Отрезная	А	1	Установить и снять заготовку. Отрезать заготовку, выдерживая размеры $A_{0.1}$ , $D^*_{0.1}$	
		1	Подрезать торцы, выдерживая размер $A_{1.1}$	
		2	Сверлить центральное отверстие, выдерживая размеры $D_{1.2}$ , $A_{1.21}$ , $A_{1.22}$ , $\alpha_{1.2}$	
		3	Точить поверхность, выдерживая размеры $D_{1.3}$ , $A_{1.3}$	
015 Токарная	А	4	Точить фаску, выдерживая размер $A_{1.4}$	
		1	Установить и снять заготовку. Подрезать торцы, выдерживая размер $A_{2.1}$	

Операция	Установ	Переход	Содержание переходов	Операционный эскиз
		2	Сверлить отверстие, выдерживая размеры $D_{22}$ , $A_{22.1}$ , $A_{22.2}$ , $\alpha_{22}$	
		3	Точить поверхность, выдерживая размеры $D_{23}$ , $A_{23}$	
		4	Точить поверхность, выдерживая размеры $D_{24}$ , $A_{24}$	
		5	Точить, выдерживая размеры $D_{25}$ , $A_{25.1}$ , $A_{25.2}$	
		6	Точить, выдерживая размеры $D_{26}$ , $A_{26.1}$ , $A_{26.2}$	

Операция	Установ	Переход	Содержание переходов	Операционный эскиз
		7	Точить, выдерживая размеры $D_{27}$ , $A_{27.1}$ , $A_{27.2}$	
		8	Точить фаски, выдерживая размеры $A_{28.1}$ , $A_{28.2}$	
		9	Точить фаски, выдерживая размеры $A_{29.1}$ , $A_{29.2}$	
		10	Точить фаску, выдерживая размер $A_{2.10}$	
		11	Проточить поверхность, выдерживая размер $R$	

Операция	Установ	Переход	Содержание переходов	Операционный эскиз
		11	Проточить поверхность, выдерживая размер $R$	
		12	Нарезать резьбу, выдерживая размер $A_{2.12.1}$ , $D_{2.12}$ , $A_{2.12.2}$	
020 Шлифовальная	А	1	Установить и снять заготовку. Шлифовать поверхность, выдерживая размеры $A_{3.1}$ , $D_{3.1}$	
		2	Шлифовать поверхность, выдерживая размеры $D_{3.2}$ , $A_{3.2}$	
		3	Шлифовать поверхность, выдерживая размер $D_{3.3}$ , $A_{3.3}$	

## **1.5. Размерный анализ спроектированного техпроцесса**

Размерная схема изготовления изделия является размерными цепями, соединенные в единую схему. На схеме имеются замыкающие звенья, которые представляют из себя припуски на обработку и конструкторские размеры, которые берутся из чертежа. Кроме замыкающих звеньев в технологической цепи имеются составляющие звенья (технологические размеры, которые будут получены на всех операциях обрабатываемой детали).

### **1.5.1. Определение допусков на технологические размеры**

#### **Продольные размеры.**

Допуски на конструкторские размеры:

$$TK_1 = 2 \text{ мм}$$

$$TK_2 = 0,36 \text{ мм}$$

$$TK_3 = 0,36 \text{ мм}$$

$$TK_4 = 1 \text{ мм}$$

$$TK_5 = 1 \text{ мм}$$

$$TK_6 = 0,87 \text{ мм}$$

$$TK_7 = 0,3 \text{ мм}$$

$$TK_8 = 0,4 \text{ мм}$$

$$TK_9 = 0,62 \text{ мм}$$

$$TK_{10} = 1 \text{ мм}$$

$$TK_{11} = 0,3 \text{ мм}$$

$$TK_{12} = 0,4 \text{ мм}$$

$$TK_{13} = 0,3 \text{ мм}$$

$$TK_{14} = 0,62 \text{ мм}$$

$$TK_{15} = 1 \text{ мм}$$

$$TK_{16} = 0,36 \text{ мм}$$

$$TK_{17} = 0,36 \text{ мм}$$

Допуски на расстояния между поверхностями, которые были обработаны при одном установе, приравниваются к статистической погрешности:

$$TA_{0.1} = \omega_C = 3 \text{ мм}$$

$$TA_{1.1} = \omega_C = 2,5 \text{ мм}$$

$$TA_{1.3}^* = \omega_C = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{1.2.1} = TK_2 = 0,36 \text{ мм}$$

$$TA_{1.2.2} = TK_3 = 0,36 \text{ мм}$$

$$TA_{1.4} = TK_4 = 1 \text{ мм}$$

$$TA_{2.1} = TK_1 = 2 \text{ мм}$$

$$TA_{2.2.1} = TK_{17} = 0,36 \text{ мм}$$

$$TA_{2.2.2} = TK_{16} = 0,36 \text{ мм}$$

$$TA_{2.3} = \omega_C = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{2.4} = TK_{14} = 0,62 \text{ мм}$$

$$TA_{2.5.1} = TK_{11} = 0,3 \text{ мм}$$

$$TA_{2.5.2} = TK_{14} = 0,62 \text{ мм}$$

$$TA_{2.6.1} = TK_7 = 0,3 \text{ мм}$$

$$TA_{2.6.2} = \omega_C = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{2.7.1}^* = TK_{13} = 0,3 \text{ мм}$$

$$TA_{2.7.2} = TK_{14} = 0,62 \text{ мм}$$

$$TA_{2.8.1} = \omega_C = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{2.8.2} = \omega_C = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{2.8.3}^* = TK_{12} = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{2.9.1} = \omega_C = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{2.9.2} = \omega_C = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{2.10} = \omega_C = 0,3 \text{ мм}$$

$$TA_{2.12.3}^* = TK_8 = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{2.12.4}^* = TK_{10} = 1 \text{ мм}$$

$$TA_{2.12.5}^* = TK_{15} = 1 \text{ мм}$$

$$TA_{3.1} = \omega_C = 0,08 \text{ мм}$$

### **Диаметральные размеры.**

Допуски на конструкторские размеры:

$$TK_1 = 0,74 \text{ мм}$$

$$TK_2 = 0,062 \text{ мм}$$

$$TK_3 = 0,62 \text{ мм}$$

$$TK_4 = 0,62 \text{ мм}$$

$$TK_5 = 0,062 \text{ мм}$$

$$TK_6 = 0,052 \text{ мм}$$

$$TK_7 = 0,36 \text{ мм}$$

$$TK_8 = 0,36 \text{ мм}$$

Допуски на диаметральные размеры приравниваются к статистической погрешности:

$$TD_{1,2} = TK_7 = 0,36 \text{ мм}$$

$$TD_{1,3} = TK_1 = 0,74 \text{ мм}$$

$$TD_{2,2} = TK_8 = 0,36 \text{ мм}$$

$$TD_{2,3} = \omega_C = 0,3 \text{ мм}$$

$$TD_{2,4} = \omega_C = 0,3 \text{ мм}$$

$$TD_{2,5} = TK_4 = 0,62 \text{ мм}$$

$$TD_{2,6} = TK_3 = 0,62 \text{ мм}$$

$$TD_{2,7} = \omega_C = 0,3 \text{ мм}$$

$$TD_{3,1} = TK_2 = 0,062 \text{ мм}$$

$$TD_{3,2} = TK_5 = 0,062 \text{ мм}$$

$$TD_{3,3} = TK_6 = 0,052 \text{ мм}$$

$$TD_{0,1} = 1,8 \text{ мм по таблице 9 [1].}$$

### 1.5.2. Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

1) Проверка размерной цепи для  $K_1$

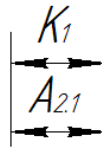


Рис. 1. Размерная цепь № 1

$$TK_1 = 2 \text{ мм} \geq TA_{2.1} = 2 \text{ мм}$$

Размер выдерживается.

2) Проверка размерной цепи для  $K_2$

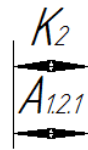


Рис. 2. Размерная цепь № 2

$$TK_2 = 0,36 \text{ мм} \geq TA_{1.2.1} = 0,36 \text{ мм}$$

Размер выдерживается.

3) Проверка размерной цепи для  $K_3$

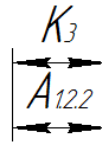


Рис. 3. Размерная цепь № 3

$$TK_3 = 0,36 \text{ мм} \geq TA_{1.2.2} = 0,36 \text{ мм}$$

Размер выдерживается.

4) Проверка размерной цепи для  $K_4$

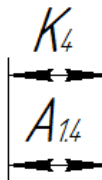


Рис. 4. Размерная цепь № 4

$$TK_4 = 1 \text{ мм} \geq TA_{1.4} = 1 \text{ мм}$$

Размер выдерживается.



5) Проверка размерной цепи для  $K_5$

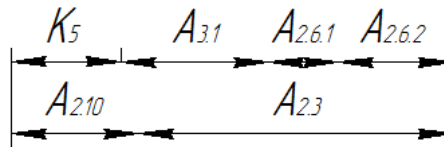


Рис. 5. Размерная цепь № 5

$$TK_5 = 1\text{ мм} \geq TA_{3.1} + TA_{2.6.1} + TA_{2.10} + TA_{2.6.2} + TA_{2.3} = 0,08\text{ мм} + 0,3\text{ мм} + 0,3\text{ мм} + 0,4\text{ мм} + 0,4\text{ мм} = 1,48\text{ мм}$$

Условие не обеспечивается. Принимаем

$$TA_{2.6.1} = 0,2\text{ мм}, TA_{2.10} = 0,2\text{ мм},$$

$$TA_{2.6.2} = 0,2\text{ мм}, TA_{2.3} = 0,2\text{ мм}. \text{ Тогда:}$$

$$TK_5 = 1\text{ мм} \geq TA_{3.1} + TA_{2.6.1} + TA_{2.10} + TA_{2.6.2} + TA_{2.3} = 0,08\text{ мм} + 0,2\text{ мм} + 0,2\text{ мм} + 0,2\text{ мм} + 0,2\text{ мм} = 0,88\text{ мм}$$

Размер выдерживается.

6) Проверка размерной цепи для  $K_6$

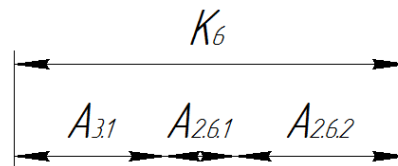


Рис. 6. Размерная цепь № 6

$$TK_6 = 0,87\text{ мм} \geq TA_{3.1} + TA_{2.6.1} + TA_{2.6.2} = 0,2\text{ мм} + 0,2\text{ мм} + 0,2\text{ мм} = 0,6\text{ мм}$$

Размер выдерживается.

7) Проверка размерной цепи для  $K_7$

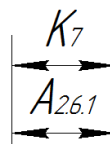


Рис. 7. Размерная цепь № 7

$$TK_7 = 0,3\text{ мм} \geq TA_{2.6.1} = 0,3\text{ мм}$$

Размер выдерживается.

8) Проверка размерной цепи для  $K_8$

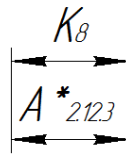


Рис. 8. Размерная цепь № 8

$$TK_8 = 0,4 \text{ мм} \geq TA_{2.12.3}^* = 0,4 \text{ мм}$$

Размер выдерживается.

9) Проверка размерной цепи для  $K_9$

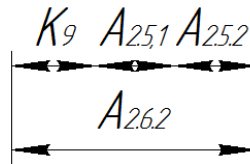


Рис. 9. Размерная цепь № 9

9) Проверка размерной цепи для  $K_9$

$$TK_9 = 0,62 \text{ мм} \geq TA_{2.5.1} + TA_{2.5.2} + TA_{2.6.2} = 0,3 \text{ мм} + 0,6 \text{ мм} + 0,2 \text{ мм} = 1,1 \text{ мм}$$

Принимаем  $TA_{2.5.1} = 0,2 \text{ мм}$ ,  $TA_{2.5.2} = 0,2 \text{ мм}$ .

$$TK_9 = 0,62 \text{ мм} \geq TA_{2.5.1} + TA_{2.5.2} + TA_{2.6.2} = 0,2 \text{ мм} + 0,2 \text{ мм} + 0,2 \text{ мм} = 0,6 \text{ мм}$$

Размер выдерживается.

10) Проверка размерной цепи для  $K_{10}$

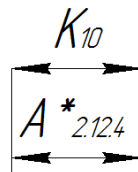


Рис. 10. Размерная цепь № 10

$$TK_{10} = 1 \text{ мм} \geq TA_{2.12.4}^* = 1 \text{ мм}$$

Размер выдерживается.

11) Проверка размерной цепи для  $K_{11}$

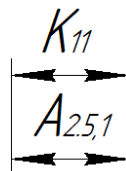


Рис. 11. Размерная цепь № 11

$$TK_{11} = 0,3 \text{ мм} \geq TA_{2.5.1} = 0,2 \text{ мм}$$

Размер выдерживается.

12) Проверка размерной цепи для  $K_{12}$

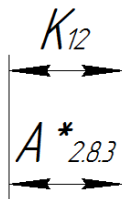


Рис. 12. Размерная цепь № 12

$$TK_{12} = 0,4 \text{ мм} \geq TA_{2.8.3}^* = 0,4 \text{ мм}$$

Размер выдерживается.

13) Проверка размерной цепи для  $K_{13}$

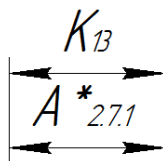


Рис. 13. Размерная цепь № 13

$$TK_{13} = 0,3 \text{ мм} \geq TA_{2.7.1}^* = 0,3 \text{ мм}$$

Размер выдерживается.

14) Проверка размерной цепи для  $K_{14}$

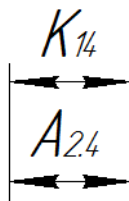


Рис. 14. Размерная цепь № 14

$$TK_{14} = 0,62 \text{ мм} \geq TA_{2.4} = 0,62 \text{ мм}$$

Размер выдерживается.

15) Проверка размерной цепи для  $K_{15}$

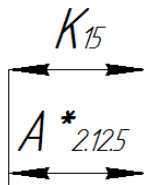


Рис. 15. Размерная цепь № 15

$$TK_{15} = 1 \text{ мм} \geq TA_{2.12.5}^* = 1 \text{ мм}$$

Размер выдерживается.

16) Проверка размерной цепи для  $K_{16}$

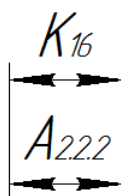


Рис. 16. Размерная цепь № 16

$$TK_{16} = 0,36\text{мм} \geq TA_{2.2.2} = 0,36\text{мм}$$

Размер выдерживается.

17) Проверка размерной цепи для  $K_{17}$

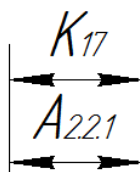


Рис. 17. Размерная цепь № 17

$$TK_{17} = 0,36\text{мм} \geq TA_{2.2.1} = 0,36\text{мм}$$

Размер выдерживается.

### 1.5.3. Определение минимальных припусков на обработку

Припуски рассчитываются по формуле:

$$Z_{\min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_y$$

Для продольных размеров:

$$Z_{1.1} = 0,2 + 0,2 + 1 + 0,5 = 1,9\text{мм}$$

$$Z_{3.1} = 0,02 + 0,025 + 0,05 + 0,2 = 0,295\text{мм}$$

$$Z_{2.8.2} = Z_{D3.1}$$

$$Z_{2.9.1} = Z_{D3.1}$$

$$Z_{2.8.3} = Z_{D3.2}$$

$$Z_{2.9.2} = Z_{D3.3}$$

$$Z_{2.1} = 0,2 + 0,2 + 1 + 0,5 = 1,9\text{мм}$$

Для диаметральных размеров:

$$Z_{i \min} = 2 \left( R_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_y^2} \right)$$

$$Z_{D1.3} = 2 \left( 0,15 + 0,15 + \sqrt{1,65 + 0,42} \right) = 1,73 \text{ мм}$$

$$Z_{D3.1} = 2 \left( 0,015 + 0,02 + \sqrt{0,0017 + 0,0121} \right) = 0,305 \text{ мм}$$

$$Z_{D3.2} = 2 \left( 0,015 + 0,02 + \sqrt{0,0017 + 0,0121} \right) = 0,305 \text{ мм}$$

$$Z_{D3.3} = 2 \left( 0,015 + 0,02 + \sqrt{0,0017 + 0,0121} \right) = 0,305 \text{ мм}$$

#### 1.5.4. Расчет диаметральных технологических размеров

1) Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{3.3}$

$$D_{3.3} = K_6 = 30_{-0,052} \text{ мм}$$

2) Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{3.2}$

$$D_{3.2} = K_5 = 39_{-0,062} \text{ мм}$$

3) Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{3.1}$

$$D_{3.1} = K_2 = 42_{-0,062} \text{ мм}$$

4) Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{2.7}$  (рис. 18)

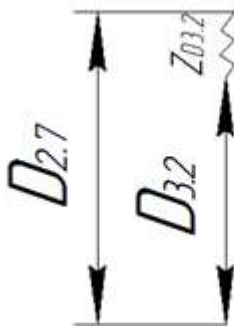


Рис. 18. Размерная цепь

$$D_{2.7}^C = D_{3.2}^C + Z_{3.2}^C$$

$$D_{3.2}^C = D_{3.2} + \frac{BOD_{3.2} + HOD_{3.2}}{2} = 39 + \frac{0 - 0,062}{2} = 38,969$$

$$Z_{3.2}^C = \frac{Z_{3.2\min} + Z_{3.2\max}}{2}$$

$$Z_{3.2\max} = Z_{3.2\min} + TD_{3.2} + TD_{2.7} = 0,305 + 0,062 + 0,3 = 0,667$$

$$Z_{3.2}^C = \frac{0,305 + 0,667}{2} = 0,486$$

$$D_{2.7}^C = 38,969 + 0,486 = 39,455$$

$$D_{2.7} = 39,5_{-0,4}$$

5) Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{2.6}$

$$D_{2.6} = K_3 = 39_{-0,62} \text{ мм}$$

6) Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{2.5}$

$$D_{2.5} = K_4 = 36_{-0,62} \text{ мм}$$

7) Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{2.4}$  (рис. 19)

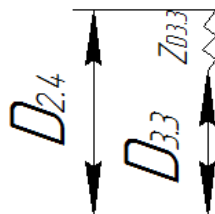


Рис. 19. Размерная цепь

$$TD_{2.4}^C = D_{3.3}^C + Z_{3.3}^C$$

$$D_{3.3}^C = D_{3.3} + \frac{BOD_{3.3} + HOD_{3.3}}{2} = 30 + \frac{0 - 0,052}{2} = 29,974$$

$$Z_{3.3}^C = \frac{Z_{3.3\min} + Z_{3.3\max}}{2}$$

$$Z_{3.3\max} = Z_{3.3\min} + TD_{3.3} + TD_{2.4} = 0,305 + 0,052 + 0,3 = 0,657$$

$$Z_{3.3}^C = \frac{0,305 + 0,657}{2} = 0,481$$

$$D_{2.4}^C = 29,974 + 0,481 = 30,455$$

$$D_{2.4} = 39,5_{-0,3}$$

8) Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{2.3}$  (рис.20)

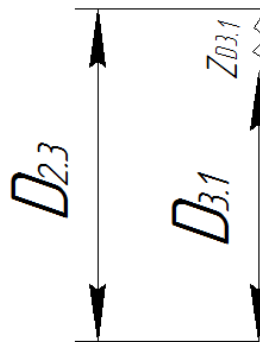


Рис. 20. Размерная цепь

$$TD_{2.3}^C = D_{3.1}^C + Z_{3.1}^C$$

$$D_{3.1}^C = D_{3.1} + \frac{BOD_{3.1} + HOD_{3.1}}{2} = 42 + \frac{0 - 0,062}{2} = 41,969$$

$$Z_{3.1}^C = \frac{Z_{3.1\min} + Z_{3.1\max}}{2}$$

$$Z_{3.1\max} = Z_{3.1\min} + TD_{3.1} + TD_{2.3} = 0,305 + 0,062 + 0,3 = 0,667$$

$$Z_{3.1}^C = \frac{0,305 + 0,667}{2} = 0,486$$

$$D_{2.3}^C = 41,969 + 0,486 = 42,455$$

$$D_{2.3} = 42,5_{-0,5}$$

9) Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{2.2}$

$$D_{2.2} = K_8 = 8_{-0,36} \text{ мм}$$

10) Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{1.3}$

$$D_{1.3} = K_1 = 70_{-0,74} \text{ мм}$$

11) Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{1.2}$

$$D_{1.2} = K_7 = 8_{-0,36} \text{ мм}$$

12) Рассмотрим размерную цепь для размера  $D_{0.1}$  (рис.20)

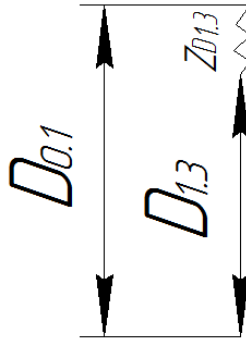


Рис. 20. Размерная цепь

$$D_{0.1}^C = D_{1.3}^C + Z_{1.3}^C$$

$$D_{1.3}^C = D_{1.3} + \frac{BOD_{1.3} + HOD_{1.3}}{2} = 70 + \frac{0 - 0,74}{2} = 69,63$$

$$Z_{1.3}^C = \frac{Z_{1.3\min} + Z_{1.3\max}}{2}$$

$$Z_{3.1\max} = Z_{1.3\min} + TD_{0.1} + TD_{1.3} = 1,73 + 1,8 + 0,74 = 4,27$$

$$Z_{3.2}^C = \frac{1,73 + 4,27}{2} = 3$$

$$D_{0.1}^C = 69,63 + 3 = 72,63$$

Из таблицы 1 приложения 5[1] принимаем:

$$D_{0.1} = 75^{+0,5}_{-1,3}$$

### 1.5.5. Расчет осевых технологических размеров

1) Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{2.12.5}^*$

$$A_{2.12.5}^* = K_{15} = 3 \pm 0,5 \text{ мм}$$

2) Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{2.12.4}^*$

$$A_{2.12.4}^* = K_{10} = 3 \pm 0,5 \text{ мм}$$

3) Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{2.12.3}^*$

$$A_{2.12.3}^* = K_8 = 1,5 \pm 0,2 \text{ мм}$$

4) Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{2.8.3}^*$

$$A_{2.8.3}^* = K_{12} = 1,5 \pm 0,2 \text{ мм}$$

5) Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{2.7.2}$



$$A_{2.7.2} = K_{14} = 45 \pm 0,31 \text{ мм}$$

6) Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{2.7.1}^*$

$$A_{2.7.1}^* = K_{13} = 4 \pm 0,15 \text{ мм}$$

7) Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{2.6.1}$

$$A_{2.6.1} = K_7 = 4 \pm 0,15 \text{ мм}$$

8) Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{2.5.2}$

$$A_{2.5.2} = K_{14} = 45 \pm 0,31 \text{ мм}$$

9) Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{2.5.1}$

$$A_{2.5.1} = K_{11} = 4 \pm 0,15 \text{ мм}$$

10) Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{2.4}$

$$A_{2.4} = K_{14} = 45 \pm 0,31 \text{ мм}$$

11) Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{2.2.2}$

$$A_{2.2.2} = K_{16} = 10 \pm 0,18 \text{ мм}$$

12) Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{2.2.1}$

$$A_{2.2.1} = K_{17} = 8 \pm 0,18 \text{ мм}$$

13) Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{2.1}$

$$A_{2.1} = K_1 = 656 \pm 1 \text{ мм}$$

14) Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{1.4}$

$$A_{1.4} = K_4 = 5 \pm 0,5 \text{ мм}$$

15) Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{1.2.2}$

$$A_{1.2.2} = K_3 = 10 \pm 0,18 \text{ мм}$$

16) Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{1.2.1}$

$$A_{1.2.1} = K_2 = 8 \pm 0,18 \text{ мм}$$

17)  $A_{1.3}^*$  принимаем  $550 \pm 1 \text{ мм}$

18) Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{2.6.2}$  (рис.21)

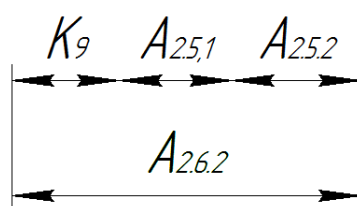


Рис. 21. Размерная цепь

$$A_{2.6.2}^C = K_9^C + A_{2.5.1}^C + A_{2.5.2}^C$$

$$K_9^C = K_9 + \frac{BOK_9 + HOK_9}{2} = 35 + \frac{0,31 - 0,31}{2} = 35$$

$$A_{2.5.1}^C = A_{2.5.1} + \frac{BOA_{2.5.1} + HOA_{2.5.1}}{2} = 4 + \frac{0,15 - 0,15}{2} = 4$$

$$A_{2.5.2}^C = A_{2.5.2} + \frac{BOA_{2.5.2} + HOA_{2.5.2}}{2} = 45 + \frac{0,31 - 0,31}{2} = 45$$

$$A_{2.6.2}^C = 35 + 4 + 45 = 84 \text{ мм}$$

$$A_{2.6.2} = 84 \pm 0,1 \text{ мм}$$

19) Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{3.1}$  (рис.22)

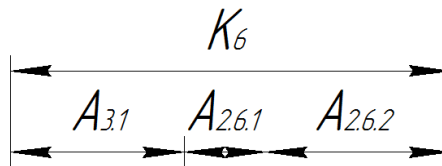


Рис. 22. Размерная цепь

$$A_{3.1}^C = K_6^C - A_{2.6.1}^C - A_{2.6.2}^C$$

$$K_6^C = K_6 + \frac{BOK_6 + HOK_6}{2} = 108 + \frac{0,435 - 0,435}{2} = 108$$

$$A_{2.6.1}^C = A_{2.6.1} + \frac{BOA_{2.6.1} + HOA_{2.6.1}}{2} = 4 + \frac{0,15 - 0,15}{2} = 4$$

$$A_{2.6.2}^C = A_{2.6.2} + \frac{BOA_{2.6.2} + HOA_{2.6.2}}{2} = 84 + \frac{0,1 - 0,1}{2} = 84$$

$$A_{3.1}^C = 108 - 4 - 84 = 20 \text{ мм}$$

$$A_{3.1} = 20 \pm 0,04 \text{ мм}$$

20) Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{2.3}$  (рис.23)

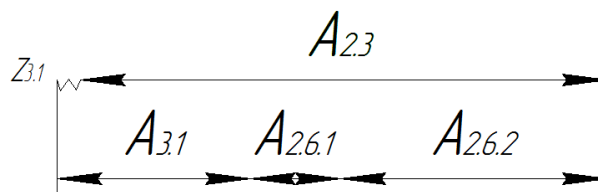


Рис. 23. Размерная цепь

$$A_{2.3}^C = A_{3.1}^C + A_{2.6.1}^C + A_{2.6.2}^C - Z_{3.1}^C$$

$$A_{3.1}^C = A_{3.1} + \frac{BOA_{3.1} + HOA_{3.1}}{2} = 20 + \frac{0,04 - 0,04}{2} = 20$$

$$A_{2.6.2}^C = A_{2.6.2} + \frac{BOA_{2.6.2} + HOA_{2.6.2}}{2} = 84 + \frac{0,1 - 0,1}{2} = 84$$

$$A_{2.6.1}^C = A_{2.6.1} + \frac{BOA_{2.6.1} + HOA_{2.6.1}}{2} = 4 + \frac{0,15 - 0,15}{2} = 4$$

$$Z_{3.1}^C = \frac{Z_{3.1\min} + Z_{3.1\max}}{2}$$

$$Z_{3.1\max} = Z_{3.1\min} + TA_{3.1} + TA_{2.3} + TA_{2.6.1} + TA_{2.6.2} = 0,295 + 0,08 + 0,2 + 0,2 + 0,2 = 0,975$$

$$Z_{3.2}^C = \frac{0,295 + 0,975}{2} = 0,635$$

$$A_{2.3}^C = 20 + 84 + 4 - 0,635 = 107,365 \text{ мм}$$

$$A_{2.3} = 107,4 \pm 0,2 \text{ мм}$$

21) Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{2.10}$  (рис.24)

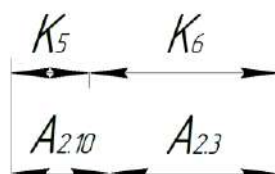


Рис. 24. Размерная цепь

$$A_{2.10}^C = K_5^C + K_6^C - A_{2.3}^C$$

$$K_5^C = K_5 + \frac{BOK_5 + HOK_5}{2} = 5 + \frac{0,5 - 0,5}{2} = 5$$

$$K_6^C = K_6 + \frac{BOK_6 + HOK_6}{2} = 108 + \frac{0,435 - 0,435}{2} = 108$$

$$A_{2.3}^C = A_{2.3} + \frac{BOA_{2.3} + HOA_{2.3}}{2} = 107,365 + \frac{0,2 - 0,2}{2} = 107,365$$

$$A_{2.10}^C = 5 + 108 - 107,365 = 5,635 \text{ мм}$$

$$A_{2.10} = 5,7 \pm 0,1 \text{ мм}$$

22) Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{2.9.2}$  (рис.25)

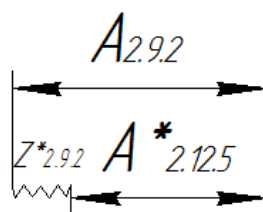


Рис. 25. Размерная цепь

$$A_{2.9.2}^C = A_{2.12.5}^C + Z_{2.9.2}^C$$

$$A_{2.12.5}^C = A_{2.12.5} + \frac{BOA_{2.12.5} + НОА_{2.12.5}}{2} = 3 + \frac{0,5 - 0,5}{2} = 3$$

$$Z_{2.9.2}^C = \frac{Z_{2.9.2\min} + Z_{2.9.2\max}}{2}$$

$$Z_{2.9.2\max} = Z_{2.9.2\min} + TA_{2.12.5} + TA_{2.9.2} = 0,305 + 1 + 0,4 = 1,705$$

$$Z_{2.9.2}^C = \frac{0,305 + 1,705}{2} = 1,005$$

$$A_{2.9.2}^C = 3 + 1,005 = 4,005 \text{ мм}$$

$$A_{2.9.2} = 4,1 \pm 0,5 \text{ мм}$$

23) Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{2.9.1}$  (рис.26)

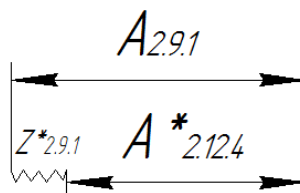


Рис. 26. Размерная цепь

$$A_{2.9.1}^C = A_{2.12.4}^C + Z_{2.9.1}^C$$

$$A_{2.12.4}^C = A_{2.12.4} + \frac{BOA_{2.12.4} + НОА_{2.12.4}}{2} = 3 + \frac{0,5 - 0,5}{2} = 3$$

$$Z_{2.9.1}^C = \frac{Z_{2.9.1\min} + Z_{2.9.1\max}}{2}$$

$$Z_{2.9.1\max} = Z_{2.9.1\min} + TA_{2.12.4} + TA_{2.9.1} = 0,305 + 1 + 0,4 = 1,705$$

$$Z_{2.9.1}^C = \frac{0,305 + 1,705}{2} = 1,005$$

$$A_{2.9.1}^C = 3 + 1,005 = 4,005 \text{ мм}$$

$$A_{2.9.1} = 4,1 \pm 0,5 \text{ мм}$$

24) Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{2.8.2}$  (рис.27)

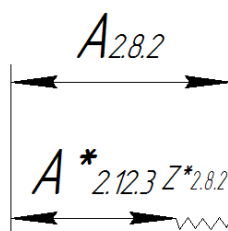


Рис. 27. Размерная цепь

$$A_{2.8.2}^C = A_{2.12.3}^C + Z_{2.8.2}^C$$

$$A_{2.12.3}^C = A_{2.12.3} + \frac{BOA_{2.12.3} + HOA_{2.12.3}}{2} = 1,5 + \frac{0,2 - 0,2}{2} = 1,5$$

$$Z_{2.8.2}^C = \frac{Z_{2.8.2\min} + Z_{2.8.2\max}}{2}$$

$$Z_{2.8.2\max} = Z_{2.8.2\min} + TA_{2.12.3} + TA_{2.8.2} = 0,305 + 0,4 + 0,4 = 1,105$$

$$Z_{2.9.1}^C = \frac{0,305 + 1,105}{2} = 0,705$$

$$A_{2.9.1}^C = 1,5 + 0,705 = 2,205 \text{ мм}$$

$$A_{2.9.1} = 2,3 \pm 0,5 \text{ мм}$$

25) Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{2.8.1}$  (рис.28)

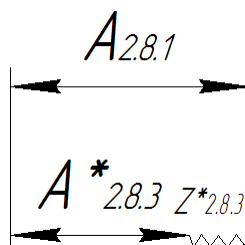


Рис. 28. Размерная цепь

$$A_{2.8.1}^C = A_{2.8.3}^C + Z_{2.8.1}^C$$

$$A_{2.8.3}^C = A_{2.8.3} + \frac{BOA_{2.8.3} + HOA_{2.8.3}}{2} = 1,5 + \frac{0,2 - 0,2}{2} = 1,5$$

$$Z_{2.8.2}^C = \frac{Z_{2.8.3\min} + Z_{2.8.3\max}}{2}$$

$$Z_{2.8.3\max} = Z_{2.8.3\min} + TA_{2.8.3} + TA_{2.8.1} = 0,305 + 0,4 + 0,4 = 1,105$$

$$Z_{2.8.3}^C = \frac{0,305 + 1,105}{2} = 0,705$$

$$A_{2.8.1}^C = 1,5 + 0,705 = 2,205 \text{ мм}$$

$$A_{2.8.1} = 2,3 \pm 0,5 \text{ мм}$$

26) Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{1.1}$  (рис.29)

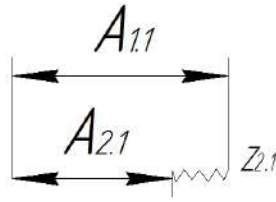


Рис. 29. Размерная цепь

$$A_{1.1}^C = A_{2.1}^C + Z_{2.1}^C$$

$$A_{2.1}^C = A_{2.1} + \frac{BOA_{2.1} + HОA_{2.1}}{2} = 656 + \frac{1 - 1}{2} = 656$$

$$Z_{2.1}^C = \frac{Z_{2.1\min} + Z_{2.1\max}}{2}$$

$$Z_{2.1\max} = Z_{2.1\min} + TA_{2.1} + TA_{1.1} = 1,9 + 2 + 0,7 = 4,6$$

$$Z_{2.1}^C = \frac{1,9 + 4,6}{2} = 3,25$$

$$A_{1.1}^C = 656 + 3,25 = 659,25 \text{ мм}$$

$$A_{1.1} = 659,3 \pm 0,2 \text{ мм}$$

27) Рассмотрим размерную цепь для размера  $A_{1.1}$  (рис.30)

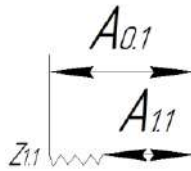


Рис. 30. Размерная цепь

$$A_{0.1}^C = A_{1.1}^C + Z_{1.1}^C$$

$$A_{1.1}^C = A_{1.1} + \frac{BOA_{1.1} + HОA_{1.1}}{2} = 659,3 + \frac{0,2 - 0,2}{2} = 659,3$$

$$Z_{1.1}^C = \frac{Z_{1.1\min} + Z_{1.1\max}}{2}$$

$$Z_{1.1\max} = Z_{1.1\min} + TA_{0.1} + TA_{1.1} = 1,9 + 3 + 2,5 = 6,3$$

$$Z_{1.1}^C = \frac{1,9 + 6,3}{2} = 4,1$$

$$A_{0.1}^C = 659,3 + 4,1 = 663,4 \text{ мм}$$

$$A_{0.1} = 663,4 \pm 0,2 \text{ мм}$$

## 1.6. Расчет режимов и мощности резания переходов

Одним из главных факторов технологического процесса являются режимы резания. Элементы режимов резания выбираются так, чтобы была достигнута наибольшая производительность труда при наименьшей себестоимости данной технологической операции.

Элементы режимов резания обычно устанавливают в следующем порядке:

1. глубина резания;
2. подача;
3. скорость резания.

Затем подсчитывают:

1. число оборотов;
2. фактическая скорость резания;
3. главная составляющая силы резания;
4. мощность резания;
5. мощность главного привода движения;
6. проверка по мощности.

Материал– сталь 12хН3а.

**Заготовительная операция 05: Отрезание заготовки.**

Исходные данные:

станок – лентопильный

инструмент - пила ленточная М42; 3300х27х0.9 мм ,

материал режущей кромки - сталь М42;

приспособление – тиски с упором;

обработка производится за один проход, с охлаждением.

Подача по [2, с.425 таблица 108]:

$s=50\text{мм/мин}$

Скорость резания [2, с.425 таблица 109]

$V=20\text{м/мин}$

### **Токарная операция 010:**

#### **Переход 1(Подрезка торца).**

Деталь устанавливается в трехкулачковом патроне.

Производится базирование по торцу - установочная база и по наружному диаметру с центрированием и закреплением в кулачках - двойная опорная база.

Исходные данные:

станок – Токарный станок по металлу JET GH-1440 ZX 50000721T

инструменты - резцы токарные,

материал - твердый сплав T15K6;

приспособление – 3-х кулачковый патрон Ø250 мм с прямыми кулачками;

обработка производится с одним проходом, с охлаждением.

Глубина резания  $t=z_{1.1}=1,9\text{мм}$

Подача зависит от требуемой шероховатости поверхности, которая будет обработанной, и радиуса при вершине резца (табл. 14) [2, с.366].



Выбираем подачу на подрезку торца : $s=0,25\text{мм/об}$ , шероховатость на данной операции становится равной  $Rz=20$ .

Состав режущего инструмента подбирается исходя из рекомендаций

[2, с.178 ] – твердый сплав Т15К6

Определяем скорость резания  $v$  (м/мин). При наружном поперечном точении вычисляется по соответствующей формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v$$

Где  $C_v$  – коэффициент  $C_v=182$

$m, x, y$  – отображают степени  $m=0,23$ ;  $x=0,13$ ;  $y=0,3$ ;

$T$  – среднее значение стойкости достигаемое посредством одно-инструментальной обработки от 30 до 60 мин;

$K_v$  – коэффициент представляющий из себя произведение коэффициентов, которые зависят от материала заготовки  $K_{mv}=1$  (табл. 4) [2. с.360], состояние поверхности  $K_{nv}=0,8$  (табл. 5) [3. с.361], состав материала инструмента  $K_{iv}=1$  (табл. 6) [2. 361].

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{iv} = 1 * 0,8 * 1 = 0,8$$

$$V = \frac{182}{10^{0,23} * 1,9^{0,12} * 0,25^{0,3}} * 0,8 = 72,844\text{м/мин}$$

Вычисляется частота шпинделя;

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d}$$

где  $d$  – диаметр заготовки

$$n = \frac{1000 * 72,844}{3,14 * 75} = 309 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Частота вращения шпинделя приравняется к  $n = 300 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$

Тогда

$$V = \frac{\pi * d * n}{1000} = \frac{3,14 * 75 * 300}{1000} = 70,65 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Подсчитываем силы резания

$$P_{z,xy} = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p;$$

где – поправочный коэффициент представляет собой произведение

ряда коэффициентов ( $K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$  , учитывающие фактические условия резания.

$$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,24 * 1 * 1,15 * 1 * 0,93 = 1,32$$

$$P_z = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p =$$

$$= 10 * 200 * 0,5^1 * 0,25^{0,66} * 201^0 * 2,65 = 2192 \text{ Н}$$

Вычисляем мощность резания:

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60}$$

$$N = \frac{2192 * 70,65}{1020 * 60} = 2,53 \text{ кВт}$$

## Переход 2(Сверление центровочного отверстия)

Глубина резания равна половине диаметра сверла  $t_{1,2}=4\text{мм}$ .

Подача по табл. 35 [2,Т.2,стр.381]:  $0,25\text{-}0,28\text{ мм/об}$ ,  $S_{2,3}=0.25\text{мм/об}$ .

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v * D^q}{T^m * S^y} * K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем по табл. 40 [2,Т.2,стр.384]:

$T=25\text{мин}$ .

Значения коэффициентов:  $C_v = 9,8$ ;  $q = 0,4$ ;  $m = 0,2$ ;  $y = 0,5$  – определены по табл. 38 [2,Т.2,стр.383].

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{IIV},$$

где,

$K_{IV}$  - коэффициент, учитывающий глубину сверления;

Коэффициенты  $K_{MV}$ ,  $K_{IIV}$  определены выше.

По табл. 41 [2,Т.2,стр.385]:  $K_{IV} = 1$ .

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{IIV} = 1 * 1 * 1 = 1.$$

$$V = \frac{C_v * D^q}{T^m * S^y} * K_v = \frac{9,8 * 8^{0,4}}{25^{0,2} * 0,25^{0,5}} * 1 = 23,7\text{м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:  $n = 1000 * V / (\pi * D) = 1000 * 23,7 / (3,14 * 8)$

$$= 943 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\phi} = 955 \text{ об/мин.}$$

Скорость резания, в соответствии с оборотами :

$$V = \pi * D * n_{\phi} / 1000 = 3,14 * 8 * 955 / 1000 = 23,9 \text{ м/мин.}$$

Определяем крутящий момент по формуле:  $M_{кр} = 10 * C_M * D^q * S^y * K_p$

Показания коэффициентов:  $C_M = 0,0345$ ;  $q = 2,0$ ;  $y = 0,8$  – выбраны в соответствии с таблицей 42 [2, Т.2, стр.385].

$$\text{Коэффициент } K_p : K_p = K_{MP} = 1,24.$$

$$\text{Крутящий момент, форм. (9): } M_{кр} = 10 * C_M * D^q * S^y * K_p = 10 * 0,0345 * 8^2 * 0,25^{0,8} * 1,24 = 9,031 \text{ Н*м.}$$

Подсчитываем осевую силу по формуле:

$$P_o = 10 * C_p * D^q * S^y * K_p,$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 68$ ;  $q = 1$ ;  $y = 0,7$  – определены по табл. 42 [2, Т.2, стр.385].

Осевая сила:

$$P_o = 10 * C_p * D^q * S^y * K_p = 10 * 68 * 8 * 0,25^{0,7} * 1,24 = 2556 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N = M_{кр} * n_{\phi} / 9750 = 9,031 * 955 / 9750 = 0,88 \text{ кВт.}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = N / \eta = 0,88 / 0,85 = 1,04 \text{ кВт.}$$

### Переход 3(Точение поверхности)

Припуск  $z_{1,3}$  делим на 2 прохода

$$t_1 = 1,5 \text{ мм}, t_2 = 1,5 \text{ мм}$$

Подача  $S_0 = 0,25 \text{ мм/об}$ , выбирается в соответствии с [8] для точения углеродистых сталей.

Стойкость инструмента  $T = 10$  мин.

Скорость резания вычисляется через по формулу:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

где  $C_v$ ,  $m$ ,  $x$ ,  $y$  – эмпирические коэффициенты.

Значения коэффициентов и показателей степени определяем по [2]:

$$C_v = 290; x = 0,15; y = 0,35; m = 0,2; T = 50 \text{ мин.}$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv},$$

$$K_{mv} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^n = 0,7 \left( \frac{750}{930} \right)^{1,25} = 0,525$$

где  $K_{mv} = 0,525$  – коэффициент, учитывающий марку обрабатываемого материала (сталь 12);

$K_{pv} = 0,9$  - коэффициент, учитывающий состояние поверхности, в данном случае это прокат;

$K_{HV}=1$  – коэффициент, показывающий, что Сталь 12 обрабатываем инструментом из твердого сплава.

$$K_V=0,525 \cdot 0,9 \cdot 1=0,4725;$$

$$V = \frac{290}{10^{0,2} * 1,5^{0,15} * 0,5^{0,35}} * 0,4725 = 104,03 \text{ об/мин}$$

Частота шпинделя:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d}$$

где  $d$  – диаметр заготовки

$$n = \frac{1000 * 44,78}{3,14 * 75} = 441,72 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем частоту вращения равной

$$n = 500 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Тогда

$$V = \frac{\pi * d * n}{1000} = \frac{3,14 * 75 * 500}{1000} = 117,75 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Подача в течении минуты:

$$S_m=S_o \cdot n=0,5 \cdot 1000=500 \text{ мм/мин}$$

Длина рабочего хода:

$$L_{p.x.}=l_1+L+l_2,$$

где  $l_1$  – длина врезания инструмента, мм;

$l_2$  – длина перебега инструмента, мм;

$L$  – длина, мм.

$$L_{p.x.}=2+548+2=552 \text{ мм.}$$

Сила  $P$  раскладывается на силы, распределенные в соответствии с осями координат станка ( $P_z$ ,  $P_y$ ,  $P_x$ ).

При наружном продольном точении:

$$P_{z,y,x} = C_P \times t^x \times s^y \times V^n \times K_P, [H],$$

где  $C_P$  – коэффициент, соответствующий материалу который будет обрабатыван и режущему материалу;

$K_P$  – поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{Mp} \times K_{\varphi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{Rp},$$

где  $K_{Mp}$  - коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала (прочности) на силу резания.

$K_{\varphi p}$  - коэффициент, учитывающий влияние главного угла в плане  $\varphi$  на силу резания;

$K_{\gamma p}$  - коэффициент, учитывающий влияние главного переднего угла в главной секущей плоскости  $\gamma$  на силу резания;

$K_{\lambda p}$  - коэффициент, учитывающий влияние угла наклона главной режущей кромки  $\lambda$  на силу резания;

$K_{Rp}$  - коэффициент, учитывающий влияние радиуса при вершине резца  $R$  на силу резания;

Для радиуса растачиваемой наружной поверхности Ø70h14 самая большая глубина резания  $t = t_{\max} = 4,27$  мм. Коэффициенты и показатели степеней, найдены в табл. 22 [2]

$$P_z = 10 \times 300 \times 4,27^1 \times 0,25^{0,75} \times 145^{-0,15} \times 0,66 = 1416,8 \text{ Н};$$

$$P_y = 10 \times 243 \times 4,27^{0,9} \times 0,25^{0,6} \times 145^{-0,3} \times 0,492 = 386,581 \text{ Н};$$

$$P_x = 10 \times 339 \times 4,27^1 \times 0,25^{0,5} \times 145^{-0,4} \times 0,87 = 859,971 \text{ Н};$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

где  $P_z$  – тангенциальная составляющая силы резания (совпадающая по направлению с вектором скорости резания), Н;  $V$  – скорость резания, м/мин.

В нашем случае при обточке  $\varnothing 70h14$ :

$$N = \frac{1416,8 \cdot 117,75}{1020 \cdot 60} = 2,72 \text{ кВт}$$

### Токарная операция 015:

#### Переход 5(Точение канавки)

Выбираем значение подачи  $s=0,13$  мм/об, (табл. 15), [3. с.366].

Определяем скорость резания  $v$  (м/мин). При наружном продольном точении рассчитывается по эмпирической формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v$$

где  $C_v$  -коэффициент  $C_v=290$ ;

$m, y$  – показатели степени  $m = 0,23$ ;  $y = 0,25$ ;

$T$  – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30-60 мин;

$K_v$  – коэффициент состоит из коэффициентов умноженных друг на друга, зависящих от материала заготовки  $K_{mv}=1$  (табл. 4) [2. с.360], состояние поверхности  $K_{nv}=0,8$  (табл. 5) [3. с.361], материал инструмента  $K_{iv}=1$  (табл. 6) [2. 361].

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} = 1 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,8$$

$$V = \frac{290}{30^{0,23} \cdot 0,13^{0,25}} \cdot 0,8 = 177,37 \text{ м/мин}$$



Вычисляем частоту шпинделя;

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d}$$

где d – диаметр заготовки

$$n = \frac{1000 * 177,37}{3,14 * 42} = 1344,9 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем частоту вращения  $n = 1600 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$

Тогда

$$V = \frac{\pi * d * n}{1000} = \frac{3,14 * 42 * 1600}{1000} = 211 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

## Переход 12(Нарезание резьбы)

Глубина делится на переходы  $t_1=0,4\text{мм}$ ,  $t_2=0,4\text{мм}$ ,  $t_3=0,4\text{мм}$ ,  $t_4=0,4\text{мм}$ ,  $t_5=0$ ,

Подача  $s=2\text{мм/об}$  4мм.

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v$$

Где  $C_v$  – коэффициент  $C_v=41,8$

$m, x, y$  – показатели степени  $m=0,13$ ;  $x=0,45$ ;  $y=0,3$ ;

$T$  – среднее значение стойкости 80 мин;

$K_v$  – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки  $K_{mv}=1$  (табл. 4) [2. с.360], материал инструмента  $K_{iv}=1$  (табл. 6) [2. 361], коэффициент, учитывающий способ нарезания резьбы (резьба нарезается одним чистовым резцом)  $K_{cv}=0,75$

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{iv} = 1 * 1 * 0,75 = 0,75$$

$$V = \frac{41,8}{80^{0,13} * 0,4^{0,45} * 2^{0,3}} * 0,75 = 21,872 \text{ м/мин}$$

Подсчитываем частоту шпинделя:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d}$$

где d – диаметр заготовки

$$n = \frac{1000 * 21,872}{3,14 * 42} = 165,847 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем частоту вращения  $n = 200 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$

Тогда

$$V = \frac{\pi * d * n}{1000} = \frac{3,14 * 42 * 200}{1000} = 26,376 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

## Шлифовальная операция 020

### Переход 1 (Шлифование поверхности)

Материал режущего инструмента выбираем – 312П.

Глубина резания  $t = z_{3,1} = 0,486 \text{ мм}$ .

Скорость круга выбираем по таблице 130[3, с.438]:

$$v_{\text{круг}} = 30 \text{ м/с};$$

Скорость заготовки выбираем по таблице 130[3, с.438]:

$$v_{\text{загот}} = 20 \text{ м/с};$$

Продольную подачу  $S$  назначаем по таблице 130 [3, с.438].

$S=2\text{м/мин}$ ;

$$S\left(\frac{\text{мм}}{\text{об}}\right) = S\left(\frac{\text{м}}{\text{мин}}\right) * \frac{\pi * d}{1000 * \nu} = 2 * \frac{\pi * 42}{1000 * 20} = 0,013 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$$

Мощность резания определяется по формуле [3, с.438]:

$$N = C_N * v_3^r * t^x * s^y * d^q = 2,2 * 20^{0,5} * 0,486^{0,5} * 0,013^{0,55} = 6,29 \text{Вт}$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 131 [3, с.441]:

$$C_N = 2,2; r=0,5; x=0,5; y=0,55.$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = N / \eta = 6,29 / 0,75 = 8,38 \text{ кВт}$$

## 1.7 Нормирование технологических операций

Технической нормой времени называется время, необходимое для выполнения технологической операции в конкретных производственных условиях.

Нормирование технологических переходов необходимо, для предсказания (расчета) времени изготовления каждой детали, сборки изделия и времени, за которое изделие будет готово. Так же нормы времени иногда нужны при расчете заработной платы работников, при условии, что они работают по сдельной форме оплаты труда.

### 1.7.1. Расчет основного времени

Основное время для токарных операций подсчитываем через формулу [3, стр. 874]:

$$T_o = \frac{L * i}{n * S}$$

Где  $L$  – расчётная длина обработки, мм;

$i$  – число рабочих ходов;

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин;

$S$  – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_{\text{в}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}$$

Где  $l$  – размер детали на данном переходе, мм;

$l_{\text{в}}$  – величина врезания инструмента, мм;

$l_{\text{сх}}$  – величина схода инструмента, мм;

$l_{\text{пд}}$  – величина подвода инструмента, мм.

Принимаем:  $l_{\text{сх}} = l_{\text{пд}} = 1 \text{ мм}$ .

Врезание инструмента вычисляется по формуле:

$$l_{\text{в}} = \frac{t}{tg\varphi}$$

Где  $t$  – глубина резания, мм;

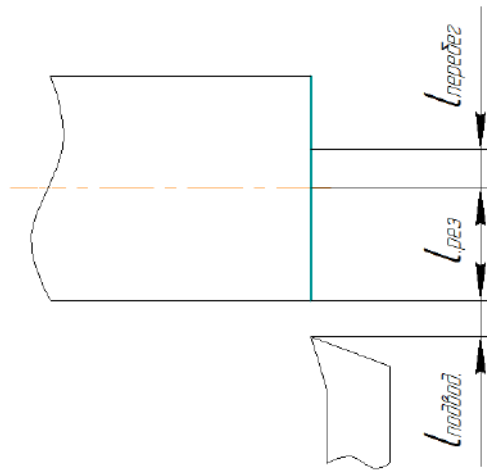
$\varphi$  – угол в плане.

Основное время будет определяться через следующую формулу:

$$T_0 = \frac{(1 + \frac{t}{tg\varphi} + l_{сх} + l_{пд}) * i}{n * S}$$

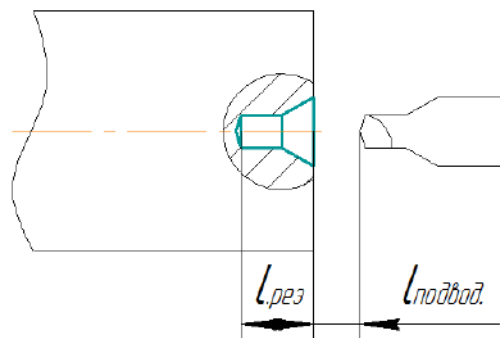
Операция 1:Токарная

Переход 1:



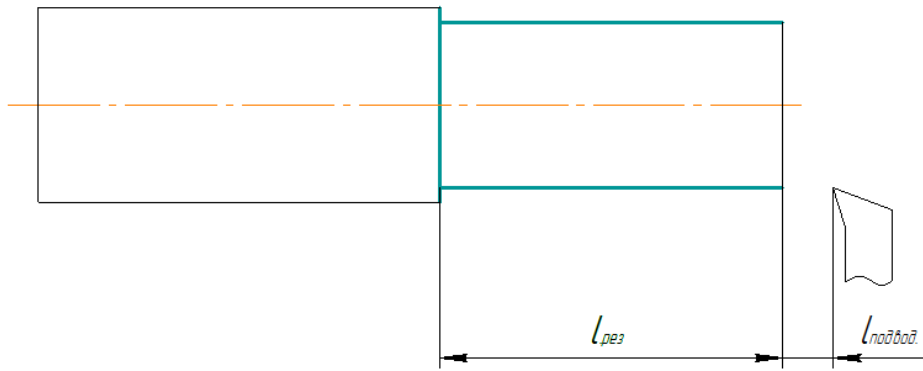
$$T_0 = \frac{(75 + \frac{1,9}{tg 45^\circ} + 1 + 1) * 1}{250 * 0,25} = 1,26 \text{ мин}$$

Переход 2:



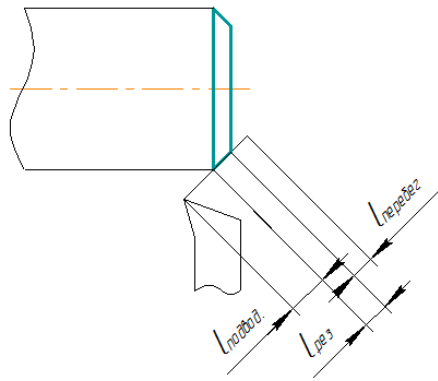
$$T_o = \frac{(18 + \frac{8}{\operatorname{tg} 60^\circ} + 0 + 1) * 1}{955 * 0,25} = 0,1 \text{ мин}$$

Переход 3:



$$T_o = \frac{(550 + \frac{1,5}{\operatorname{tg} 45^\circ} + 1 + 1) * 2}{200 * 0,25} = 22,14 \text{ мин}$$

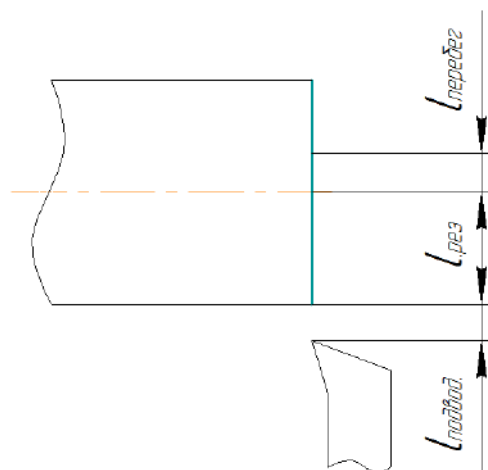
Переход 4:



$$T_0 = \frac{(5 + \frac{5}{\tan 45^\circ} + 1 + 1) * 1}{1524 * 0,25} = 0,03 \text{ мин}$$

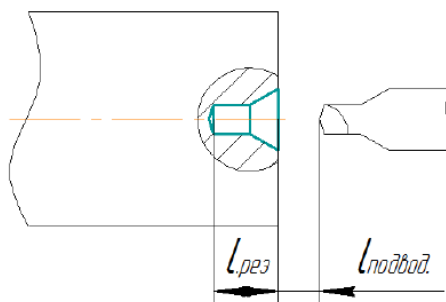
Операция 2:Токарная

Переход 1:



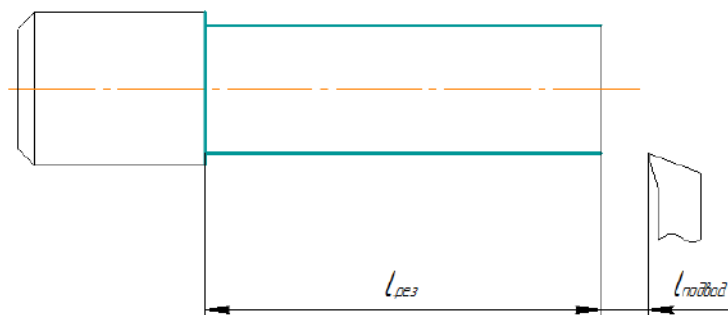
$$T_0 = \frac{(75 + \frac{1,9}{\tan 45^\circ} + 1 + 1) * 1}{250 * 0,25} = 1,26 \text{ мин}$$

Переход 2:



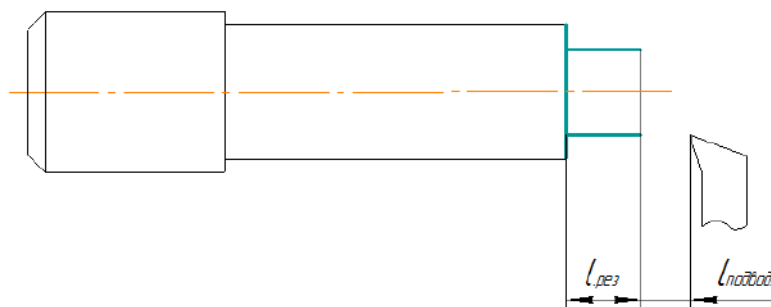
$$T_o = \frac{(18 + \frac{8}{\text{tg } 60^\circ} + 0 + 1) * 1}{955 * 0,25} = 0,1 \text{ мин}$$

Переход 3:



$$T_o = \frac{(108 + \frac{33}{\text{tg } 45^\circ} + 0 + 1) * 1}{1143 * 0,25} = 0,5 \text{ мин}$$

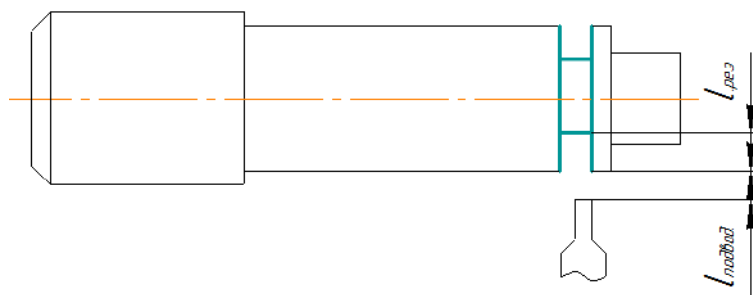
Переход 4:



$$T_o = \frac{(45 + \frac{3}{\text{tg } 45^\circ} + 0 + 1) * 1}{1840 * 0,25} = 0,109 \text{ мин}$$

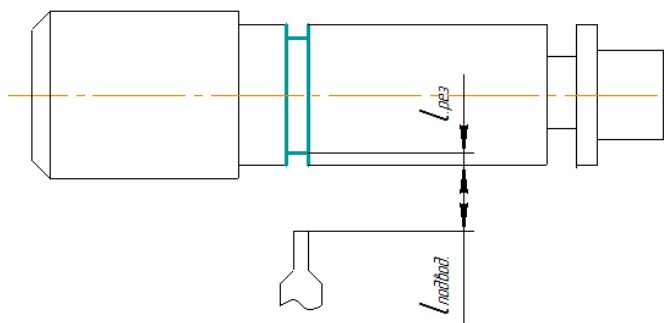
Переход 5:





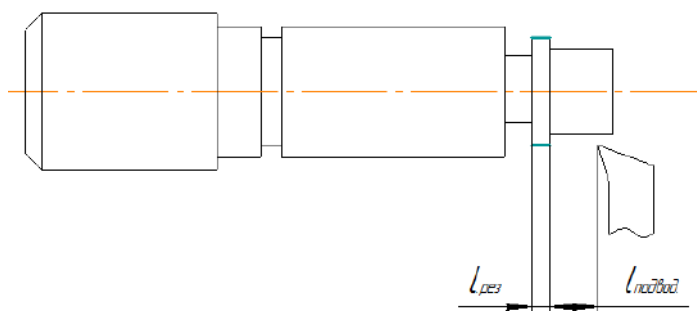
$$T_o = \frac{(4 + \frac{6}{\text{tg} 45^\circ} + 0 + 1) * 1}{1600 * 0,13} = 0,057 \text{ мин}$$

Переход 6:



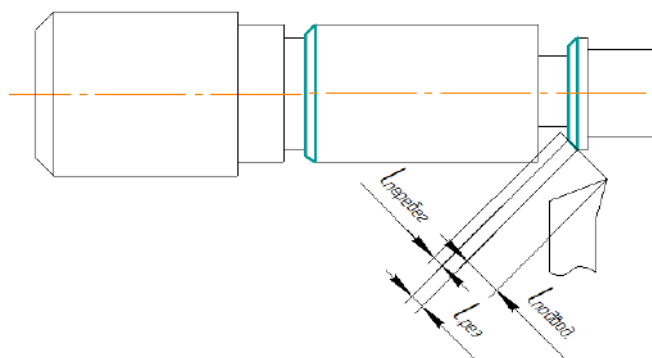
$$T_o = \frac{(4 + \frac{3}{\text{tg} 45^\circ} + 0 + 1) * 1}{1600 * 0,13} = 0,043 \text{ мин}$$

Переход 7:



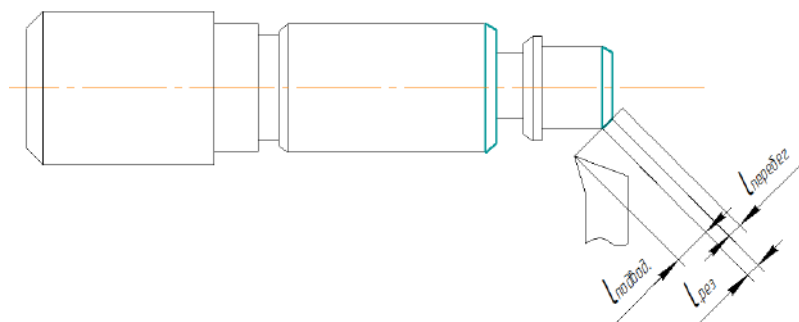
$$T_o = \frac{(4 + \frac{3}{\text{tg} 45^\circ} + 1 + 1) * 1}{1600 * 0,25} = 0,023 \text{ мин}$$

Переход 8:



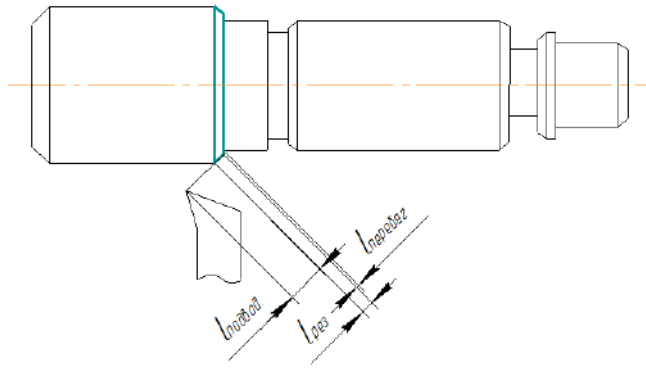
$$T_o = \frac{(3 + \frac{3}{\tan 45^\circ} + 1 + 1) * 2}{1600 * 0,25} = 0,04 \text{ мин}$$

Переход 9:



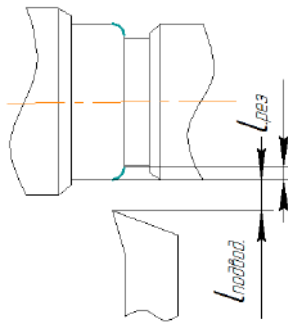
$$T_o = \frac{(1,5 + \frac{1,5}{\tan 45^\circ} + 1 + 1) * 2}{1600 * 0,25} = 0,025 \text{ мин}$$

Переход 10:



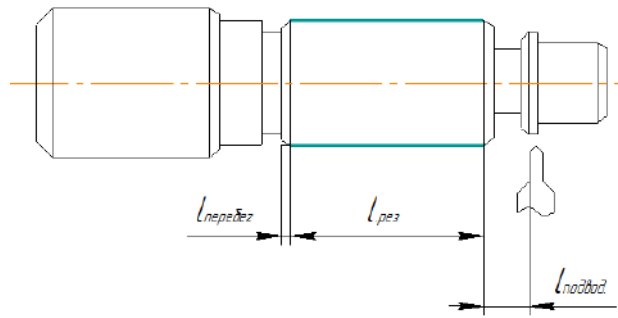
$$T_o = \frac{(5 + \frac{5}{\tan 45^\circ} + 1 + 1) * 1}{1524 * 0,5} = 0,015 \text{ мин}$$

Переход 11:



$$T_o = \frac{(1 + \frac{1}{\tan 45^\circ} + 0 + 1) * 1}{1600 * 0,25} = 0,01 \text{ мин}$$

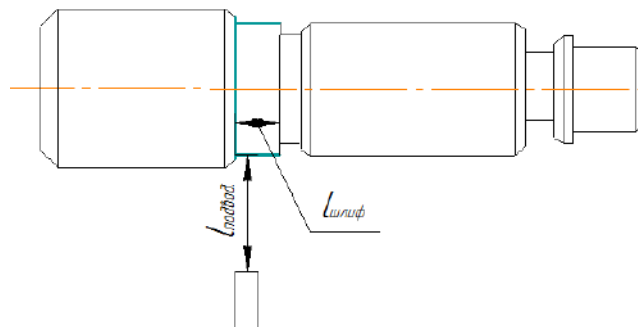
Переход 12:



$$T_o = \frac{(35 + \frac{0,4}{\operatorname{tg} 60^\circ} + 1 + 1) * 5}{80 * 0,25} = 9,56 \text{ мин}$$

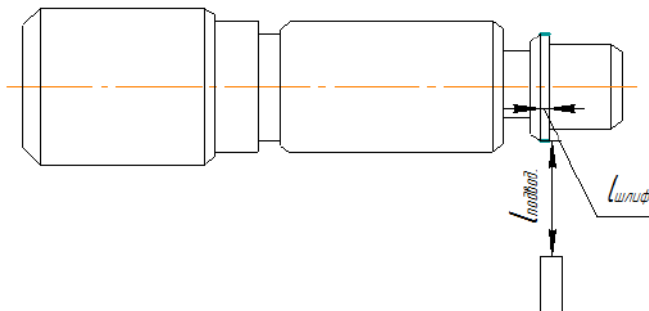
Операция 3:Шлифовальная

Переход 1:



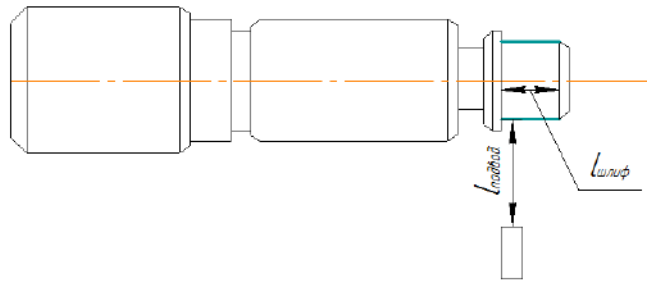
$$T_o = \frac{(16 + 0,48 + 0 + 1) * 1}{318 * 0,013} = 4,47 \text{ мин}$$

Переход 2:



$$T_o = \frac{(4 + 0,48 + 0 + 1) * 1}{318 * 0,013} = 1,57 \text{ мин}$$

Переход 3:



$$T_o = \frac{(45 + 0,48 + 0 + 1) * 1}{318 * 0,013} = 11,48 \text{ мин}$$

### 1.7.2. Расчет вспомогательного времени

Вспомогательное время определяем по формуле:

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{изм.}}$$

Где  $T_{\text{у.с.}}$  - время на установку и снятие детали;

$T_{\text{з.о.}}$  - время на закрепление и открепление детали;

$T_{\text{уп.}}$  - время на управление станком;

$T_{\text{изм.}}$  - время на измерение детали;

$T_{\text{всп}}$  - вспомогательное время.

Операция 1: Токарная

$$T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} = 0,15 \text{ мин; } T_{\text{уп.}} = 0,49 \text{ мин; } T_{\text{изм.}} = 0,68 \text{ мин;}$$

$$T_{\text{всп}} = 0,15 + 0,49 + 0,68 = 1,32$$

Операция 2: Токарная

$$T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} = 0,15 \text{ мин; } T_{\text{уп.}} = 0,98 \text{ мин; } T_{\text{изм.}} = 1,61 \text{ мин;}$$

$$T_{\text{всп}} = 0,15 + 0,98 + 1,61 = 2,74$$

Операция 3:Шлифовальная

$$T_{y.c} + T_{з.о} = 0,15 \text{ мин}; T_{уп} = 0,285 \text{ мин}; T_{изм} = 0,27 \text{ мин};$$

$$T_{всп} = 0,15 + 0,285 + 0,27 = 0,705$$

### **1.7.3.Расчет оперативного времени**

Оперативное время:

$$T_{опер} = T_o + T_{всп}$$

Операция 1:Токарная

$$T_{опер} = 23,53 + 1,32 = 24,85 \text{ мин}$$

Операция 2:Токарная

$$T_{опер} = 11,742 + 2,74 = 14,482 \text{ мин}$$

Операция 3:Шлифовальная

$$T_{опер} = 17,52 + 0,705 = 18,225 \text{ мин}$$

### **1.7.4.Расчет времени на обслуживание и отдых**

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о} = T_{опер} * 15\%$$

Операция 1:Токарная

$$T_{о.о} = 24,85 * 15\% = 3,72 \text{ мин}$$

Операция 2:Токарная

$$T_{o.o} = 14,482 * 15\% = 2,17 \text{ мин}$$

Операция 3:Шлифовальная

$$T_{o.o} = 18,225 * 15\% = 2,73 \text{ мин}$$

### **1.7.5.Расчет подготовительно-заключительного времени**

В состав подготовительно-заключительного времени входит:

- время на наладку станка и установки приспособлений [3, стр. 216];
- время на дополнительные приемы - [3, стр. 217].

Операция 1:Токарная

$$T_{п.з.} = 9 + 1,5 = 10,5 \text{ мин.}$$

Операция 2:Токарная

$$T_{п.з.} = 24 + 2,5 = 26,5 \text{ мин.}$$

Операция 3:Шлифовальная

$$T_{п.з.} = 8 + 0 = 8 \text{ мин.}$$

### **1.7.6.Расчет штучного времени**

Штучное время:

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{o.o}$$

Операция 1:Токарная

$$T_{шт} = 24,85 + 1,32 + 2,17 = 28,34 \text{ мин.}$$

Операция 2:Токарная

$$T_{шт}=14,482 + 2,74 + 2,17=19,392\text{мин.}$$

Операция 3:Шлифовальная

$$T_{шт}=17,52+0,705+ 2,73=20,955\text{мин.}$$

### 1.7.7.Расчет штучно-калькуляционного времени

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \left( \frac{T_{п.з.}}{n} \right)$$

где n- количество деталей.

Операция 1:Токарная

$$T_{шт.к.} = 28,34 + \left( \frac{10,5}{3000} \right) = 28,344\text{мин}$$

Операция 2:Токарная

$$T_{шт.к.} = 14,482 + \left( \frac{26,5}{3000} \right) = 14,491\text{мин}$$

Операция 3:Шлифовальная

$$T_{шт.к.} = 20,955 + \left( \frac{8}{3000} \right) = 20,957\text{мин}$$



## 2. Проектирование специального станочного приспособления.

### 2.1. Анализ исходных данных и разработка технического задания.

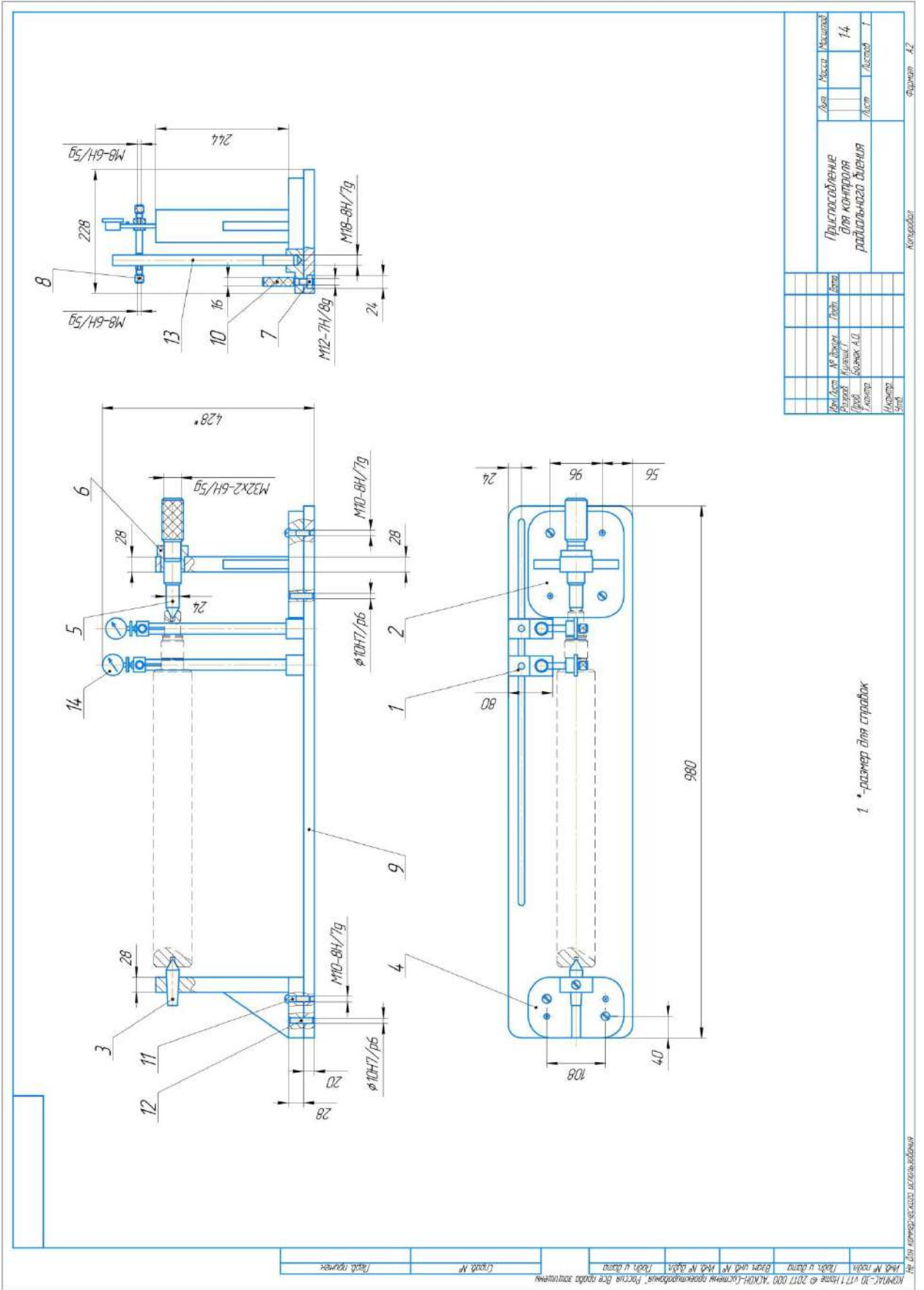
Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-73

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 1.

Таблица 1

Раздел	Содержание раздела
Наименование	Приспособление для контроля биения валов
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «шток».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление детали шток с целью измерения отклонений радиального биения с минимальной погрешностью
Технические требования	Тип производства – мелкосерийный; программа выпуска - 3000 шт/год. Необходимо обеспечить контроль поверхностей $\varnothing 30_{-0,052}$ , $\varnothing 42_{-0,062}$ , на биение не более 0,02
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка в конструкторской части, сборочный чертеж приспособления.

## 2.2.Описание приспособления



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
				<u>Документация</u>			
A2				Сборочный чертеж			
				<u>Детали</u>			
		1		Призма	2		
		2		Упор 1	1		
		3		Конус	1		
		4		Упор 2	1		
		5		Подвижный конус	1		
		6		Оправка	1		
		7		Шайба	2		
		8		Головка	2		
		9		Станина	1		
		10		Фиксатор	2		
				<b>Болт М30 ГОСТ11738-84</b>			
				<u>Стандартные изделия</u>			
		11		Винт М10-8Н/7g	4		
		12		ГОСТ-1491-80			
				Штифт 10Н7/р6	4		
				ГОСТ 3128-70			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разрб.							
Пров.							
Утв.							
<b>ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ БИЕНИЯ</b>					Лит.	Лист	Листов
					У		

[illegible]

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л51	Кулеш Станислав Геннадьевич

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	
Уровень образования		Направление/специальность	

### Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Материально-технические ресурсы: компьютер (30000р); энергетические ресурсы: электрическая энергия (2,39р/КВт).
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	30% премии; 20% надбавки; 13,5% дополнительная заработная плата; 16% накладные расходы; 1,3 районный коэффициент.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 30%

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Составление таблицы оценочной конкурентоспособности, составление SWOT-анализа
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Продолжительность каждого этапа проекта, составление графика Ганта
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет затрат на материальные расходы, основную и дополнительную зарплаты, отчисления во внебюджетные фонды, накладные расходы

### Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	16.03.2020
--	------------

### Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГНШБ ИП	Криницына Зоя Васильевна	к.т.н., доцент		16.03.2020

### Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л51	Кулеш Станислав Геннадьевич		16.03.2020

### 3.1. Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. Анализ конкурентных технических решений помогает внести коррективы в проект, чтобы успешнее противостоять соперникам. При проведении данного анализа необходимо оценить сильные и слабые стороны конкурентов. Для этого составлена оценочная карта (таблица 1.1).

таблица 1

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,02	9	7	6	0,2	0,1	0,08
2. Энергоэкономичность	0,02	11	6	9	0,1	0,06	0,02
3. Надежность	0,3	11	7	7	2	0,9	1,2
4. Уровень шума	0,02	7	4	6	0,02	0,02	0,04
5. Безопасность	0,2	11	9	7	0,6	1	0,8
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	9	7	6	0,6	0,3	0,2
2. Цена	0,1	8	5	7	0,2	0,08	0,08
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0,2	9	5	7	0,6	0,4	0,6
Итого	1	65	50	55	4,32	2,86	2,98

Бф – продукт проведенной исследовательской работы;

Бк1 – ОАО «Томский электромеханический завод им. В.В. Вахрушева»;

Бк2– «Томский машиностроительный завод».

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Разработка:

$$K = \sum B_i \cdot B_i = 65 \cdot 4,32 = 280,8$$

Конкуренты:

$$K1 = \sum B_i \cdot B_i = 50 \cdot 2,86 = 143$$

$$K2 = \sum B_i \cdot B_i = 55 \cdot 2,98 = 163,9$$

Проведя анализ выяснили, что деталь конкурентоспособна. Данная разработка является удобной в эксплуатации, так как способна выдерживать максимальные возможные нагрузки на прессах, где она будет использоваться. Также деталь является надежной, так как выполнена из конструкционной стали с последующей термической обработкой. Деталь проста в эксплуатации, так как предназначена для определенного вида деятельности и выполнена по определенным требованиям. Цена детали в рамках допустимой нормы.

Разработка выполнялась в соответствии со стандартами ЕСТПП.

### **3.2. SWOT-анализ проекта**

В качестве оценки сильных и слабых сторон проекта как во внутренней, так и во внешней среде прибегают к составлению SWOT-матрицы (таблица 1.2).

Задача SWOT-анализа — дать структурированное описание ситуации, относительно которой нужно принять какое-либо решение. Выводы, сделанные на его основе, носят описательный характер без рекомендаций и расстановки приоритетов.

Внешние факторы	Внутренние факторы		
		Сильные стороны проекта:	Слабые стороны проекта:
		С1. Наличие бюджетного финансирования. С2. Наличие опытного руководителя С3. Использование современного оборудования С4. Наличие современного программного продукта С5. Актуальность проекта С6. Использование УП	Сл1. Развитие новых технологий Сл2. Высокая стоимость оборудования Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала.
		Возможности: В1. Сотрудничество с зарубежными профессорами в этой области; В2. Повышение стоимости конкурентных разработок.	-Повышение цен на металлообрабатывающее оборудование; - Сотрудничество с зарубежными профессорами и повышение квалификации персонала.
	Угрозы: У1. Появление новых технологий У2. Введение дополнительных государственных требований и сертификации	-Повышение квалификации персонала т.к. тема актуальна и есть современное оборудование.	-Расширение области применения за счет развития новых технологий.



	программы.		
--	------------	--	--

### Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Таблица 1.3

Сильные стороны проекта							
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	B1	-	+	+	+	-	+
	B2	+	+	-	+	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и возможности: B1C2C3C4C6, B2C1C2C4C5C6, которые необходимо использовать, чтобы получить отдачу от возможностей во внешней среде.

### Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Таблица 1.4

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	-	-	-
	B2	+	+	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: B2Сл1Сл2, за счет которых возможностей внешней среды организация сможет преодолеть имеющиеся слабости.

### Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Таблица 1.5

Сильные стороны проекта							
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	У1	-	+	-	+	-	+
	У2	+	-	-	-	-	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угроз: У1C2C4C6,

У2С1С6, которые необходимо использовать для устранения угроз.

### Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Таблица 1.6

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	-	-	-
	У2	+	+	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующую коррелирующую сильную сторону и угрозу: У1Сл1Сл2Сл3, которая необходимо избежать, чтобы попытаться предотвратить нависшую угрозу.

Данные рекомендации по применению SWOT-анализа позволяют не только выявить основные минусы проекта, но и выявляет сильные стороны, способные повлиять на их возможное устранение, повышая конкурентоспособность проекта.

### 3.3. Планирование проекта

Планирование работ позволяет распределить обязанности между исполнителями проекта, рассчитать заработную плату сотрудников, а также гарантирует реализацию проекта в срок.

График Ганта представляет собой горизонтальный ленточный график, на котором работы по разрабатываемому проекту представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения работы.



Таблица 1.7 – Работы при реализации проекта

Номер	Наименование	Продолжительность, календарных дней	Исполнители
1	Составление и утверждение технического задания	3	Руководитель темы, Студент- дипломник
2	Подбор и изучение материалов по тем	6	Руководитель темы, Студент- дипломник
3	Проведение патентных исследований	9	Студент- дипломник
4	Выбор направления исследований	6	Руководитель темы, Студент- дипломник
5	Календарное планирование работ по теме	4	Студент- дипломник
6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	8	Студент- дипломник
7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	10	Студент- дипломник
8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	7	Руководитель темы, Студент- дипломник
9	Оценка эффективности полученных результатов	11	Руководитель темы
10	Определение целесообразности проведения ОКР	10	Руководитель темы
11	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	7	Руководитель темы, Студент- дипломник
12	Выбор и расчет конструкции	6	Руководитель темы, Студент- дипломник
13	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	5	Руководитель темы, Студент- дипломник
14	Конструирование и изготовление макета (опытного образца)	9	Студент- дипломник
15	Лабораторные испытания макета	3	Студент- дипломник
16	Составление пояснительной записки	3	Студент- дипломник
17	Оформление патента	5	Руководитель темы, Студент- дипломник
18	Размещение рекламы	5	Студент- дипломник

предполагаемый срок выполнения проекта – 117 дней.

### 3.4. Бюджет затрат на реализацию проекта

При планировании бюджета необходимо учесть все виды расходов, которые связаны с его выполнением. Для формирования бюджета проекта используется следующая группа затрат: материальные затраты проекта,

основная и дополнительная заработная плата исполнителей проекта, отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления), накладные расходы.

### 3.4.1. Расчет материальных затрат НТИ

В данном разделе произведем расчет материальных затрат. Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расх\ i})$$

где  $T$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;  $N_{расх\ i}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного

исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);  $C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);  $k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Для остальных позиций произведем аналогичный расчет. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 1.4.1.

Таблица 1.4.1

#### Материальные затраты

Материалы и оборудование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, ( $Z_m$ ), руб.
Бумага для принтера А4 (500 листов)	Пачки	2	400	800
Краска для принтера	шт	1	750	750
Итого	1550			

Затраты на материалы 1550руб.

### 3.4.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

Таблица 1.4.2

Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З <sub>м</sub> ),руб.
Ленточная пила по металлу JET HBS-1018W 414473T	шт	1	350 000	350 000
Токарный станок по металлу JET GH-1440 ZX 50000721T	шт	1	1 200 000	1 200 000
Круглошлифовальный станок MD1320B	шт	1	2 135 000	2 135 000
Итого, руб				3685000

Норма амортизации в общем виде за 3 месяца и сроке станка 10 лет:

$$\frac{3335350}{10 \cdot 12} \cdot 3 = 92125 \text{руб}$$

### 3.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы

Статья включает в себя основную заработную плату  $Z_{\text{осн}}$  и дополнительную заработную плату  $Z_{\text{доп}}$  :

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}$$

Дополнительная заработная плата составляет 12-20 % от  $Z_{\text{осн}}$

Основная заработная плата работника:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p$$

где  $T_p$  – продолжительность работ, выполняемых исполнителем проекта, раб. дн. (таблица 1.7);

$Z_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

$$З_{дн} = \frac{З_{м} + М}{F_{д}}$$

где  $З_{м}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$М$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 28 раб. дней  $М=11$  месяцев, 5-дневная неделя;

при отпуске в 56 раб. дней  $М=10$  месяцев, 6-дневная неделя;

$F_{д}$  – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей проекта, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{м} = З_{тс} \cdot k_p$$

где  $З_{тс}$  заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_p$  районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Дополнительная заработная плата:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн}$$

где  $k_{доп}$  коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,135).

Расчет заработной платы руководителя (пятидневная рабочая неделя):

$$З_{м} = З_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_{д}) \cdot k_p = 35120 \cdot 1,3 = 45656 \text{ руб}$$

$$З_{дн} = \frac{З_{м} + М}{F_{д}} = \frac{45656 \cdot 11}{366 - 117 - 28} = 2273 \text{ руб}$$

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p = 2273 \cdot 13 = 29549 \text{ руб}$$

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} = 0,135 \cdot 29549 = 3989 \text{ руб}$$

Расчет заработной платы студента (пятидневная рабочая неделя):

$$З_{м} = З_{тс} \cdot k_p = 26000 \cdot 1,3 = 33800 \text{ руб}$$

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} + М}{F_{\text{д}}} = \frac{33800 \cdot 11}{366 - 117 - 28} = 1682 \text{руб}$$

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 1682 \cdot 17 = 28594 \text{руб}$$

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,135 \cdot 28594 = 3860 \text{руб}$$

Таблица 1.4.3 – Расчет заработной платы работников

Исполнитель проекта	Оклад, руб.	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$ руб.	$З_{\text{дн}}$ руб.	$T_{\text{р}}$ раб дн	$З_{\text{осн}}$ руб.	$k_{\text{д}}$	$З_{\text{доп}}$	Итого руб
руководитель	35120	1,3	45656	2273	13	29549	0,135	3989	33538
студент	26000		33800	1682	17	28594		3860	32454

### 3.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды включают в себя установленные законодательством РФ нормы органов государственного социального страхования (ФСС), пенсионный фонд (ПФ) и медицинское страхование (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

На 2020 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212 –ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

В таблице 1.4.4 представлены результаты по расчету отчислений во внебюджетные фонды всех исполнителей проекта.

Таблица 1.4.4 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель проекта	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	29549	3989
Студент	28594	3860
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3	
Итого		
Руководитель	10061	
Студент	9736	



### 3.4.5 Накладные расходы

Накладные расходы включают прочие затраты организации, которые не учтены в предыдущих статьях расходов: оплата услуг связи, электроэнергии, интернета и т.д.

Накладные расходы

$$Z_{\text{нак}} = (\text{сумма статей } 3) \cdot k_{\text{нр}}$$

где  $k_{\text{нр}}$  -коэффициент, учитывающий накладные расходы, принимаем в размере 16%.

$$Z_{\text{нак}} = (Z_{\text{м}} + Z_{\text{з}} + Z_{\text{внеб}}) \cdot 0,16$$

$$Z_{\text{нак}} = (3685000 + 6599 + 19797) \cdot 0,16 = 593823 \text{ руб}$$

### 3.5. Формирование затрат на реализацию проекта

Определение бюджета на проект приведено в таблице 1.5.1.

Таблица 1.5.1 – Бюджет затрат на проектирование

Наименование	Сумма, руб.	В % к итогу
1. Материальные затраты проекта	3686550	84,6
2. Затраты по основной зарплате	58143	1,22
3. Затраты по дополнительной зарплате	7849	0,16
4. Отчисления во внебюджетные фонды	19797	0,42
5. Накладные расходы	593823	13,6
Бюджет затрат на проектирование	4366162	100

Бюджет всех затрат проекта равен 4366162 рублей. Наибольший процент бюджета составляют материальные затраты проекта (84,6 %)

### 3.6. Ресурсоэффективность

Определение ресурсоэффективности происходит на основе интегрального показателя ресурсоэффективности

$$l_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

где  $l_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности;

$a_i$  –весовой коэффициент проекта;

$b_i$  –бальная оценка проекта, устанавливается экспертным путем по

выбранной шкале оценивания.

Таблица 1.6.1 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Балльная оценка разработки
1. Удобство эксплуатации	0,3	5
2. Легкость обслуживания	0,2	4
3. Долговечность	0,2	4
4. Энергоэкономичность	0,15	4
5. Материалоемкость	0,15	5
Итого	1	4,45

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

$$I_p = 0,3 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 = 4,45$$

В результате выполнения данного раздела проведен анализ конкурентоспособности и SWOT-анализ проекта, которые выявили его сильные и слабые стороны.

Произведено планирование проекта и построен график Ганта; по итогам был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 117 дня.

Бюджет затрат на реализацию проекта составил 4366162 рублей.

Показатель ресурсоэффективности по пятибалльной шкале  $I_p = 4,45$ , что говорит об эффективной реализации проекта.

На основании полученных результатов выявлено, что реализация данного проекта является экономически целесообразной.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8Л51	Кулешу Станиславу Геннадьевичу

<b>Школа</b>	<b>ИШНПТ</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>Отделение материаловедения</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

<b>Разработка технологии изготовления детали « шток»</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом является технология изготовления детали «Шток», и область применения детали: машиностроение
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ТК РФ, N 197 -ФЗ</li> <li>– СанПиН 2.2.4.3359-16</li> <li>– СанПиН 2.1.6.1032-01</li> </ul>
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Выявленные опасные факторы (по ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ): отклонение показателей микроклимата, превышение уровня шума, отсутствие или недостаток естественного света, недостаточная освещенность, повышенный уровень вибрации, повышенное значение напряжения в электрической цепи
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	Выброс в атмосферу вредных загрязняющих веществ, загрязнение поверхностных вод, сброс твердых и жидких отходов промышленного происхождения
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Наиболее возможной чрезвычайной ситуацией на рабочем месте является пожар.

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	16.03.2020
---	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ООД	Белоенко Елена Владимировна	к.т.н.		16.03.2020

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л51	Кулеш Станислав Геннадьевич		16.03.2020

## **Введение**

При выполнении выпускной квалификационной работы основным видом деятельности являлась разработка технологической подготовки производства детали «Опора» в корпусе 16А, Томского Политехнического Университета.

Работа разработчика связана с большими нагрузками как умственными, так и психологическими. Длительная работа в плохо-вентилируемом помещении, с высоким уровнем шума, нестабильной температурой и влажностью воздуха, а также недостаточным уровнем освещения неблагоприятно сказывается на самочувствии работника, следствием чего может явиться снижение производительности труда.

Данный раздел ВКР посвящается анализу факторов, негативно влияющих на разработчика. На основе действующих нормативных документов приведены рекомендации по минимизации данного вредного влияния.

Основным рабочим местом при написании ВКР служила учебная лаборатория и цех. Так как данное помещение находится внутри здания, на проектировщика возможно воздействие ряда вредных и опасных факторов.

#### **4.1.Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Режим труда и отдыха работников установлен трудовым кодексом. Согласно трудовому законодательству установлен 8-ми часовой рабочий день. Продолжительность сверхурочной работы не должна превышать для каждого работника 4 часов в течение двух дней подряд и 120 часов в год согласно трудовому кодексу РФ. При сокращенной продолжительности рабочего времени (это может быть 24-часа, 35 часов, 30 или 36 часов в неделю), рабочий день может быть и шесть, и пять, и даже меньше часов. Каждый работник имеет право на выходные дни, то есть периоды еженедельного непрерывного отдыха.

Продолжительность такого отдыха, по общему правилу, не может быть менее 42 часов. Если вы работаете 5 дней в неделю, то вам предоставляются 2 выходных дня, обычно подряд, и общим выходным днем является воскресенье, а второй выходной день должен быть определен в правилах внутреннего трудового распорядка организации, где вы работаете. Если у вас 6-ти дневная рабочая неделя, то вам предоставляется 1 выходной день - воскресенье. В случае, если приостанавливать работу в выходные дни категорически нельзя – тогда право на отдых вы можете реализовать в следующем порядке: выходные дни будут предоставляться в разные дни недели поочередно каждой группе работников по правилам внутреннего трудового распорядка. Таким образом, для вас выходными днями могут быть и вторник, и среда или иной день, который для остальных работающих является рабочим днем. Под организацией рабочего места подразумевается его оснащение всеми необходимыми техническими средствами для выполнения трудового процесса, рациональная планировка производственной площади и установление четкой системы обслуживания, отвечающей требованиям технологического процесса, создание комфортных условий труда и обеспечение безопасности труда на рабочем месте. К техническим требованиям относятся оснащение рабочих мест современным,

исправным и безопасным оборудованием, инструментом, оснасткой, приборами и подъемно-транспортными средствами в соответствии с содержанием и особенностями производственных процессов. Эргономические требования к организации рабочего места предусматривают размещение работника в зоне рабочего места и расположение в ней предметов труда, которые бы обеспечивали наиболее удобную рабочую позу, наиболее короткие и удобные зоны движения, наименее утомительное положение при длительном повторении определенных движений.

## 4.2.Производственная безопасность

### Анализ опасных и вредных факторов производственной среды

В данном пункте анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникать при разработке технологического процесса изготовления детали «Шток». Для идентификации потенциальных факторов используем ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представим в виде таблицы.

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработ- ка	Изготов- ление	Эксплуа- тация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	параметры микроклимата - СанПиН 2.2.4.548–96[16]
2.Превышение уровня шума		+	+	уровень шума – СН 2.2.4/2.1.8.562–96[17]
3.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	уровень освещенности – СП 52.13330.2011[18]
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	условия работы за компьютером – СанПиН 2.2.2/2.4.134 0-03[19] уровень физических нагрузок – Р 2.2.200605[20]
5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	СТ СЭВ 790-77[21]

### **Отклонение показателей микроклимата**

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», оптимальная температура воздуха на рабочих местах в холодный период года, должна находиться в диапазоне 22-24°C, в теплый период года 23-25°C. Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений в холодный период года: температура воздуха в диапазоне ниже оптимальных величин 20,0-21,9°C, в диапазоне выше оптимальных величин 24,1-25,0°C. Температура поверхностей 19,0-26,0°C.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к разработке технологии изготовления детали «Шток», относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице 3

Период года	Категория работы	Температура, °C	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения, м/с
Холодный	Средняя	21 -23	40-60	0.1
Теплый	Средняя	22-24	50-60	0.2

Таблица 3 – Требования к микроклимату

Микроклимат комнаты поддерживается на оптимальном уровне системой водяного центрального отопления, естественной вентиляцией, а также искусственным кондиционированием и дополнительным прогревом в холодное время года.

### **Превышение уровня шума**

В данном цехе шум возникает при использовании оборудования, находящегося в цехе и при воздействии внешних факторов. Источниками шума могут являться токарные и шлифовальные станки, использующиеся при изготовлении детали «Шток». Уровни шума не должны превышать значений установленных в ГОСТ 12.1.003 – 83 и ГОСТ 17187 – 81, и проводится не реже двух раз в год. Под воздействием шума от 85 - 90 дБ



снижается слуховая чувствительность на высоких частотах. Долгое время человек жалуется на недомогание. Симптомы - головная боль, головокружение, тошнота, чрезмерная раздражительность. Все это результат работы в шумных условиях. Для цеха составляет 80 дБ; Меры по борьбе с шумами: правильная организация труда и отдыха; снижение и ослабление шума (рациональная планировка цеха; применение звукопоглощающих преград; применение глушителей шума; применение средств индивидуальной защиты от шума (ГОСТ 12.4.011-75) противозумные шлемофоны (шлемы), наушники, заглушки, вкладыши.

### **Недостаточная освещенность**

Необходимое для нормальной жизнедеятельности освещение зависит от характеристик выполняемых зрительных работ

Работа разработчика технологии изготовления детали «Шток» имеет четвертый разряд точности(требуется высокая точность зрительной работы т), т.е. при выполнении работ происходит большая нагрузка на органы зрения человека.

Освещенность рабочего места должна быть согласно СП 52.13330.2016 300 лк(разряд зрительной работы IVa, минимальный размер предметов различения 0,5 – 1 мм). Обеспечить это требование естественным освещением практически невозможно, поэтому должно применяться комбинированное освещение. Контроль естественного и искусственного освещения в производственных помещениях следует проводить один раз в год.

### **Повышенный уровень вибрации**

Источниками вибрации в цехе могут являться токарные и шлифовальные станки, используемые при изготовлении детали «Шток». Воздействие производственной вибрации на человека вызывает изменения как физиологического, так и функционального состояния организма человека.

В таблице 2 приведены нормы вибрации для производственных помещений.

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Скорость колебательных движений, см/с	Ускорение колебательных движений, см/с <sup>2</sup>
0,6-0,4	До 3	1,12-0,76	22-14
0,4-0,15	3-5	0,76-0,46	14-15
0,15-0,05	5-8	0,46-0,25	15-13
0,05-0,03	8-15	0,25-0,28	13-27
0,03-0,009	15-30	0,28-0,17	27-32
0,009-0,007	30-50	0,17-0,22	32-70
0,007-0,005	50-75	0,22-0,23	70-112
0,005-0,003	75-100	0,23-0,19	112-120
* 1,5-2	45-55	1,5-2,5	25-40

Таблица 2. Допустимые величины вибрации в производственных помещениях предприятий.

Принято различать три формы вибрационной болезни: периферическую — возникающую от воздействия вибрации на руки; церебральную — от воздействия вибрации на весь организм человека; смешанную — при совместном воздействии общей и локальной вибрации. Вредность вибрации усугубляется одновременным воздействием на работающих пониженной температуры воздуха рабочей зоны, повышенного уровня шума, охлаждения рук рабочего при работе с ручными машинами, запыленности воздуха, неудобной позы и др.

Основными методами и средствами защиты от вибрации являются: устранение непосредственного контакта с вибрирующим оборудованием путем применения дистанционного управления, промышленных роботов, автоматизации; уменьшение интенсивности вибрации непосредственно в источнике; применение динамического виброгашения, активной и пассивной

виброизоляции; рациональная организация режима труда и отдыха; использование средств индивидуальной защиты.

### **Повышенный уровень электромагнитных излучений**

Электромагнитные поля оказывают специфическое воздействие на ткани человека, при воздействии полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения со стороны нервной, сердечнососудистой систем, органов дыхания, органов пищеварения и некоторых биохимических показателей крови. Источниками электромагнитных излучений во время разработки штока являются компьютеры, в цехе прикосновение к токоведущим частям электроустановок находящихся под напряжением.

#### **Средства защиты**

Все оборудование должно быть надежно заземлено, токоведущие провода и кабели надо изолировать. При возникновении в электрической сети опасности поражения человека током применяется защитно-отключающее устройство.

### **4.3. Экологическая безопасность**

#### **Защита атмосферы**

При изготовлении штока в цехе, производящем обработку, возможно попадание в воздух вредных элементов, выделяющихся в процессе выполнения следующих технологических операций: токарная и шлифовальная.

Нынешний уровень технологий не позволяет добиться полного предотвращения поступления вредных примесей в атмосферу с газовыми выбросами. Поэтому повсеместно используются различные методы очистки отходящих газов от аэрозолей (пыли) и токсичных газо- и парообразных примесей. Для очистки выбросов от аэрозолей применяют различные типы устройств в зависимости от степени запыленности воздуха, размеров твердых частиц и требуемого уровня очистки: сухие пылеуловители (циклоны,

пылеосадительные камеры), мокрые пылеуловители (скрубберы и др.), фильтры, электрофильтры.

Устройство санитарно-защитных зон и архитектурно-планировочные мероприятия. Ширина санитарно-защитных зон составляет от 50 до 1000 м в зависимости от класса производства, степени вредности и количества выделяемых в атмосферу веществ. Архитектурно-планировочные мероприятия включают правильное взаимное размещение источников выброса и населенных мест с учетом направления ветров, выбор под застройку промышленного предприятия ровного возвышенного места, хорошо продуваемого ветрами и т. д. [13] В целях защиты атмосферы от загрязнения применяют следующие эко защитные мероприятия:

- экологизация технологических процессов;
- очистка газовых выбросов от вредных примесей;
- рассеивание газовых выбросов в атмосфере;
- соблюдение нормативов допустимых выбросов вредных веществ;
- устройство санитарно-защитных зон, архитектурно-планировочные решения и др.

### **Защита гидросферы**

Основными источниками загрязнения и засорения гидросферы в процессе изготовления детали шток является недостаточное очищение сточных вод промышленных предприятий. При работе цеха возникает вероятность загрязнения поверхностных вод стоками, отработанными смазочно-охлаждающими жидкостями.

Методы очистки сточных вод. В виду огромного разнообразия состава сточных вод существуют различные способы их очистки: механический, физико-химический, химический, биологический и др. В зависимости от характера загрязнения и степени вредности очистка сточных вод может производиться каким-либо одним методом или комплексом методов (комбинированный способ).

При механической очистке путем процеживания, отстаивания и фильтрования удаляют нерастворимые механические примеси. Для этой цели используют решетки, песколовки, песчаные фильтры, отстойники различных типов. Вещества, плавающие на поверхности сточных вод (нефть, смолы, масла, жиры, полимеры и др.), задерживают нефте- и жиролушками или другого вида уловителями, путем слива верхнего слоя, содержащего плавающие вещества.

Химические и физико-химические способы используют для очистки промышленных сточных вод. При химической очистке в сточные воды вводят специальные реагенты (известь, кальцинированную соду, аммиак и др.), которые взаимодействуют с загрязнителями и выпадают в осадок. При физико-химической очистке используют методы коагуляции, сорбции, флотации и др.

### **Защита литосферы**

Основными производственными отходами на заводе является металлическая стружка, промышленный мусор. Стружка складывается в контейнеры и регулярно отгружается на приемный пункт по мере наполнения контейнеров.

#### **4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Одними из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС являются взрыв или пожар на рабочем месте.

Возникновение пожара при изготовлении штока может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера. Причины возникновения пожара неэлектрического характера: а) халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);

б) самовоспламенение и самовозгорание веществ.

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п. Для устранения причин возникновения пожаров в

помещении лаборатории и цеха должны проводиться следующие мероприятия: а) сотрудники должны пройти противопожарный инструктаж; б) сотрудники обязаны знать расположение средств пожаротушения и уметь ими пользоваться; в) необходимо обеспечить правильный тепловой и электрический режим работы оборудования; г) пожарный инвентарь и первичные средства пожаротушения должны содержаться в исправном состоянии и находиться на видном и легко доступном месте. Все производства подразделяются по пожароопасности на 5 основных категорий согласно ГОСТ 12.1.004-91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования», для лаборатории и цеха установлена категория «В». В цехе установлен пожарный щит. Установлены огнетушители типа ОУ – 8, ОВП – 10, имеется пожарный кран и емкости с песком.

### **Вывод**

В разделе «Социальная ответственность» рассмотрены вопросы экологичности и безопасности, проводится анализ выявленных вредных и опасных факторов при разработке технологии изготовления детали «шток», осуществляется анализ влияния производственных факторов на окружающую среду, приводятся возможные ЧС, а также способы их ликвидации. Разработан ряд действий в результате возникновения пожара и мер по ликвидации его последствий.

## Литература

1. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учеб. пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2006. – 99 с.
2. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Том 2. Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова- 5-е изд., исправл. – М.: «Машиностроение», 1986.
3. Горбачев А.Ф., Шкерд В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Мн.: Выш. Школа, 1983. – 256 с.
4. Горохов В.А. Проектирование и расчёт приспособлений: Учеб пособие для студентов вузов машиностроительных спец. – Мн.: Выш. шк., 1986.
5. Жуков Э.Л. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин: Учеб. Пособ. Для вузов. – М.: Высш. шк., 2003. – 295 с.
6. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений: Учебник для вузов. – М.:Машиностроение, 1983.
7. Ансеров А.М. Приспособления для металлорежущих станков. Л.: Машиностроение, 1966 – 650 с., ил.
8. Станочные приспособления: Справочник/Под ред. Б.Н. Вардашкина. – М.,1984.
9. Худобин Л.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для машиностроит. Спец. Вузов. – М.: Машиностроение, 1989.
10. Обработка металлов резанием. Справочник технолога А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойн и др. Под общ. Редакцией А.А.Панова. 2-е издание, перераб. и доп.- Машиностроение, 2004.- 784 с.. ил.- ISBN 5-94275-049-1
11. Балабанов А.Н., Краткий справочник технолога-машиностроителя. 464с.–М.: Издательство стандартов, 1992
- 12.СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха
- 13.Безопасность жизнедеятельности Ч.2. Охрана труда на железнодорожном

транспорте К. Б. Кузнецов, В. И. Бекасов, В. К. Васин, А. П. Мезенцев, Ю. П. Чепульский; под ред., 2006- 536 с.

14. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды: учебник для вузов. – М.: Изд- во Юрайт, 2013. – 671с.

15. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности

16. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

17. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

18. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение.

19. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы

20. Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

21. ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы.



**Приложение А**  
**чертеж детали «Шток»**

КОМПАС-3D v17.1.1 Home © 2017 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Изм. № подл.

Справ. №

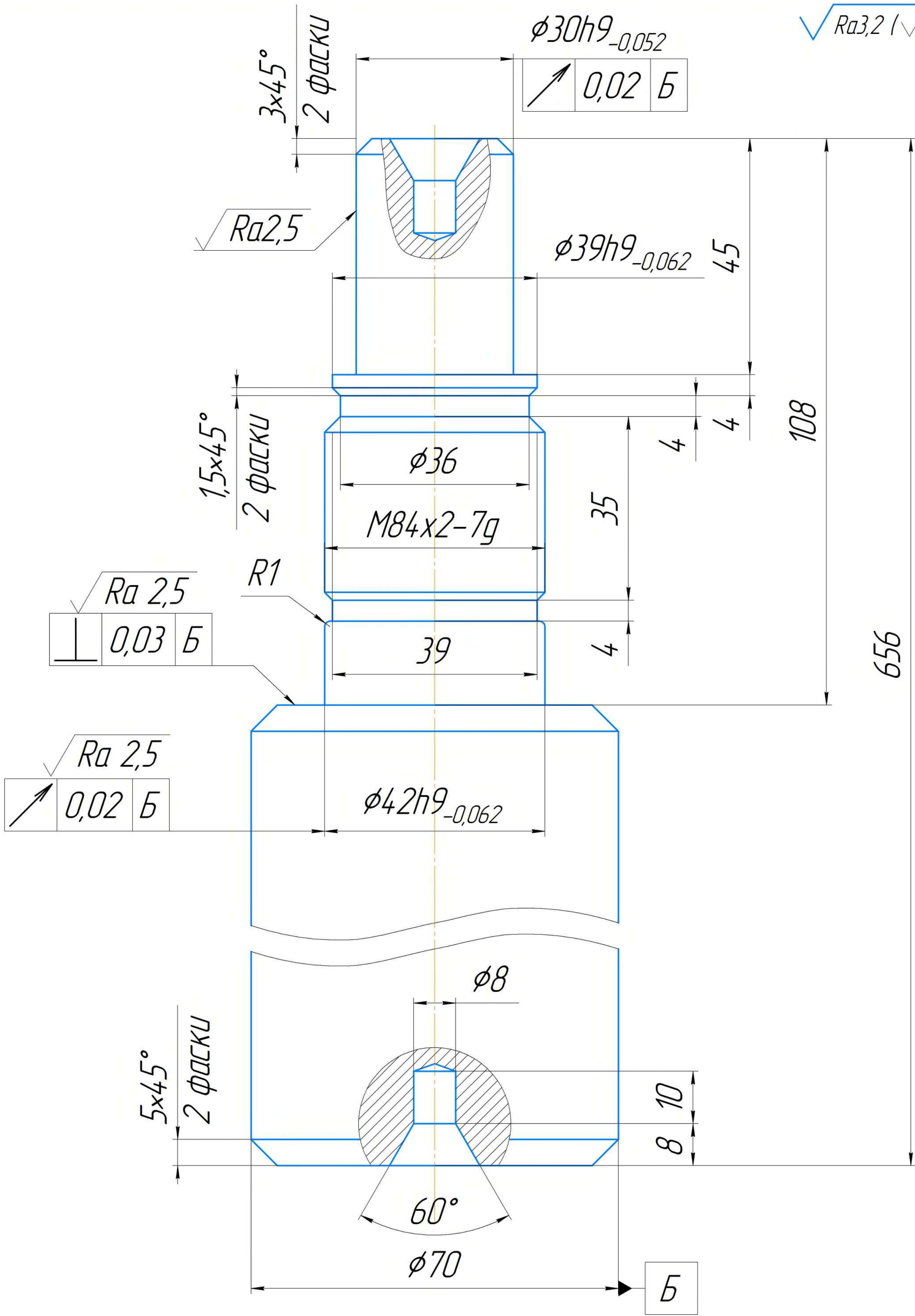
Подп. и дата

Изм. № подл.

Подп. и дата

Не для коммерческого использования

1.H14, h14, ±IT14/2.



$\sqrt{Ra 3,2 (\checkmark)}$

ИШНПТ-38/151/13.001

ИШНПТ-38/151/13.001				Лист	Масса	Масштаб
Шток				17,32	2:1	
Ст 12ХН3А ГОСТ-4543-71				Лист	Листов	1
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.	Кулев С.Г.					
Проб.	Бознак А.О.					
Т.контр.						
Н.контр.						
Утв.						

Копировал

Формат А2

## **Приложение Б**

### **Карта технологического процесса детали «Шток»**



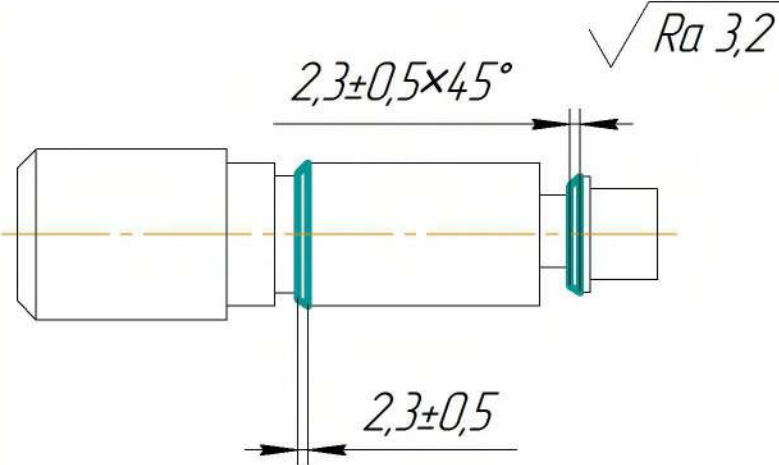
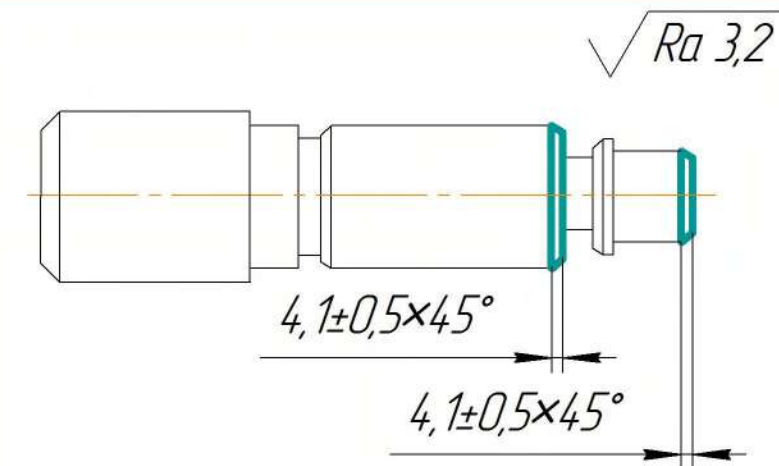
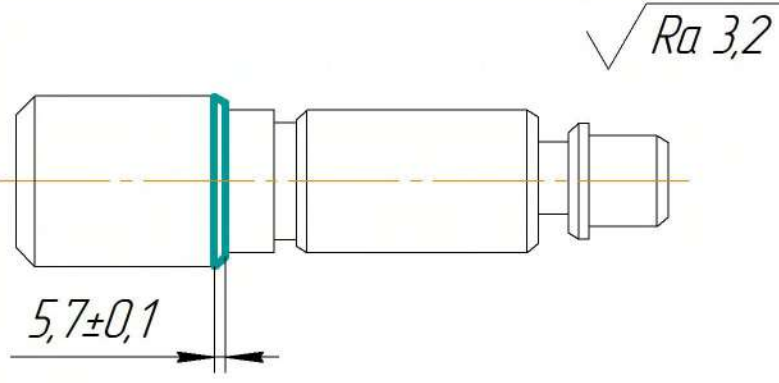
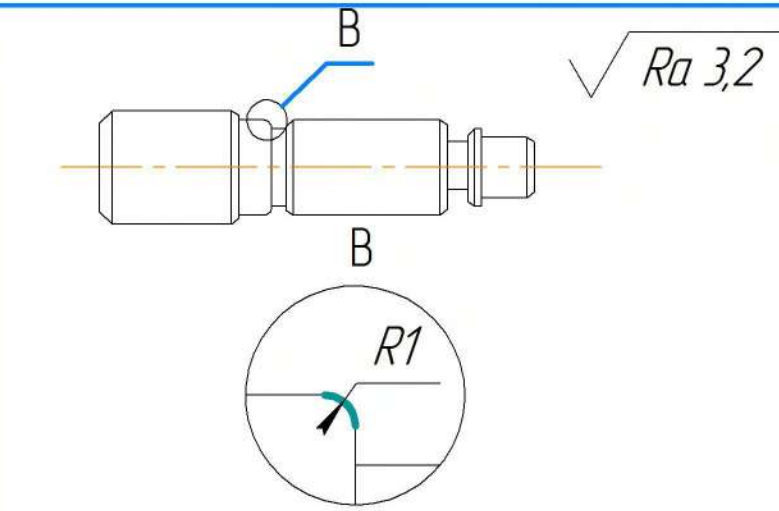
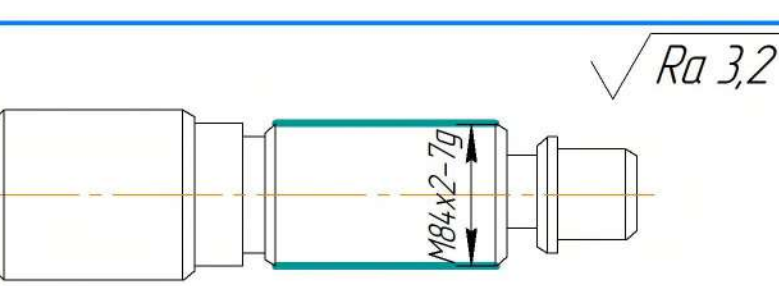
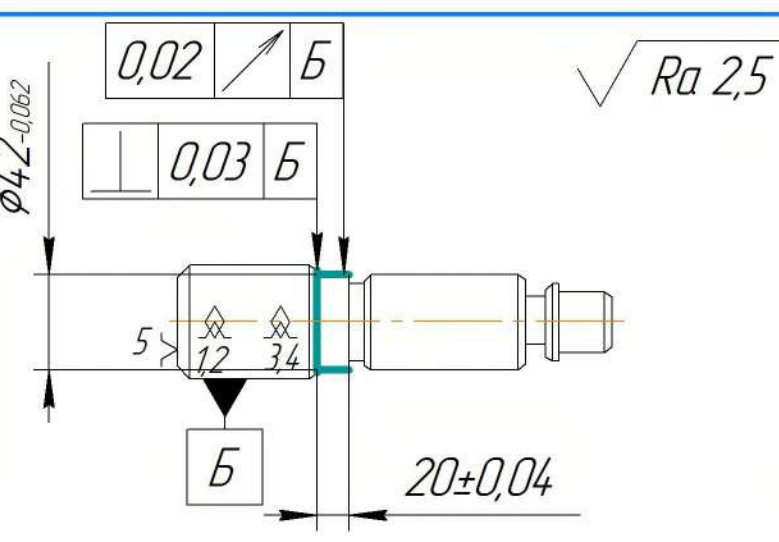
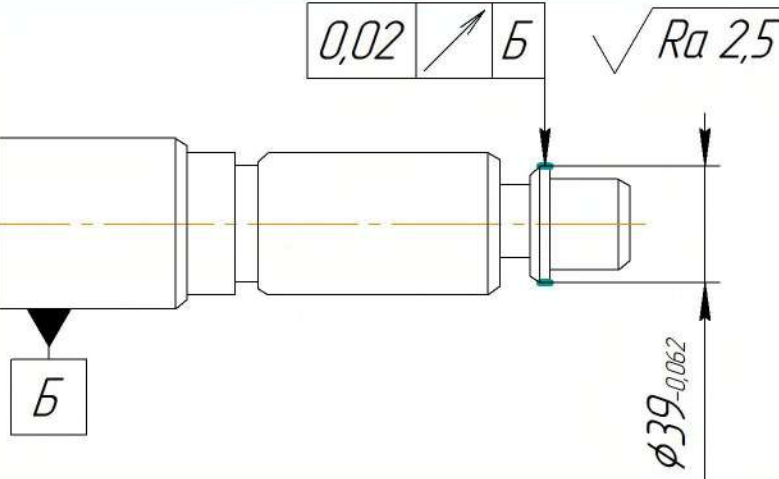
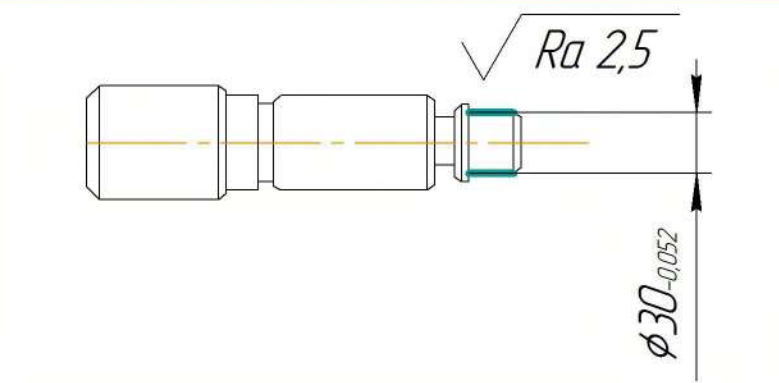
Материал	Код ед. величины	Масса детали, кг	Заготовка						
Наименование, марка			Код и вид	Профиль Размеры	Кол.	Масса, кг			
Сталь 12ХН3а	3000	17,32	Стальной прокат, горячекатаный, круглый ГОСТ 2590-88	Цилиндрический, Ø75мм длина 664мм	3000	22,4			

Номер		Наименование операций и содержание переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие одноврем. обраб. деталей	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина, мм	Длина в направ- лении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени						Разряд работы		
операции	перехода					Подача							Частота об/мин	Скорость ре- зания, м/мин	Т <sub>о</sub> , мин	Т <sub>вс</sub>	Т <sub>пз</sub>	Т <sub>шт</sub>	Т <sub>шт.к</sub>				
						мм/об	мм/мин																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
005 Отрезная		A 1	Установить и снять заготовку Отрезать заготовку, выдерживая размеры 664±1, φ75 <sup>+0,5 -1,3</sup>		Ленточная пила по металлу JET HBS-1018W 4144 T3T	Тиски с упором ГОСТ 16518-96	Пила ленточная М4-2  Линейка 1000 ГОСТ 427-75		1	75	75			50	300	20	0,005	0,26	2	2,082	2,088		
010 Токарная		A 1	Подрезать торец, выдерживая размер 656±0,2		Токарный станок по металлу JET GH-1440 ZX 50000721T	3-х кулачковый патрон φ250 мм с прямыми кулачками	Правый отрезной резец исполнения 1, сечением 25х16мм 90° марки ВК6 ГОСТ 18884-73	Штангенциркуль ШЦ-III-250-800-0,1-1 ГОСТ 166-89		1	75	75	1,9	0,25		250	70,65	1,26	1,32	10,5	28,34	28,344	
2	Сверлить центровочное отверстие, выдерживая размеры φ8 <sup>+0,36</sup> , 8±0,18; 10±0,18; 60°		Сверло центровочное тип А диаметром d=8 мм, исполнения 1 ГОСТ 14952-75	Калибр-пробка ГОСТ 24932-81			1	8	18	8	0,25		955	23,90	1								
3	Точить поверхность, выдерживая размеры φ70 <sup>+0,74</sup> ; 550		Резец првй проходной тип 1 сечение 12х12 ВК6 ГОСТ 18879-73	Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-89 Глубиномер ГМ600 - 2 ГОСТ 7470-92			2	70	550	1,5	0,25		500	117,75	22,14								
4	Точить фаску, выдерживая размер 5±0,5		Резец правый токарные проходной отогнутый 16х10 ГОСТ 18885-73	Шаблон фасочный ГОСТ-519-77			1	70	5	5	0,25		1524	43,90	0,03								



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
015 Токарная	A 1	Установить и снять заготовку. Подрезать торец, выдерживая размер 659,4±0,2		Токарный станок по металлу JET GH-1440 ZX 50000721T	3-х кулачковый патрон Ø250 мм с прямыми кулачками	Правый отрезной резец исполнения 1 сечением 25х16мм 90° марки ВК6 ГОСТ 18884-73	Штангенциркуль ШЦ-III-250-800-Q,1-1 ГОСТ 166-89		1	75	75	1,9	0,25		250	58,8	1,26	2,74	26,5	19,39	19,5	
	2	Сверлить центровочное отверстие, выдерживая размеры Ø8 <sup>+0,36</sup> ; 8±0,18; 10±0,18; 60°				Сверло центровочное тип А диаметром d=8 мм исполнения 1 ГОСТ 14952-75	Калибр-пробка ГОСТ 24932-81		1	8	18	8	0,25		955	23,9	0,1					
	3	Точить поверхность, выдерживая размеры Ø42 <sup>-0,5</sup> 107,4±0,2				Резец правый проходной тип 1 сечение 12х12 ВК6 ГОСТ 18879-73	Штангенциркуль ШЦ-II-250-Q05 ГОСТ 166-89 Глубиномер ГМ250 - 2 ГОСТ 74.70-92		1	42	108	33	0,25		1143	151	0,5					
	4	Точить поверхность, выдерживая размеры Ø39,4 <sup>-0,3</sup> ; 45±0,31				Резец правый проходной тип 1 сечение 12х12 ВК6 ГОСТ 18879-73	Штангенциркуль ШЦК-1-150-Q02 ГОСТ 166-89 Глубиномер ГМ250 - 2 ГОСТ 74.70-92		1	30,5	45	3	0,25		1840	176	0,11					
	5	Точить выдерживая размеры Ø36 <sup>-0,62</sup> , 4±0,15; 45±0,31				Резец, токарный прорезной правый 4х4 мм ВК6 ГОСТ 18874-73	Штангенциркуль ШЦК-1-150-Q02 ГОСТ 166-89 Шаблон пазовый ГОСТ 24.121-80		1	36	4	6	0,13		1600	177,37	0,057					
	6	Точить выдерживая размеры Ø39 <sup>-0,62</sup> 4±0,15; 84±0,1				Резец, токарный прорезной правый 4х4 мм ВК6 ГОСТ 18874-73	Штангенциркуль ШЦК-1-150-Q02 ГОСТ 166-89 Шаблон пазовый ГОСТ 24.121-80		1	39	4	3	0,13		1600	196	0,043					
	7	Точить, выдерживая размеры Ø39,5 <sup>-0,4</sup> , 4±0,15; 45±0,31				Резец, токарный чистовой 25х16мм ВК6 ГОСТ 18879-73	Штангенциркуль ШЦК-1-150-Q02 ГОСТ 166-89		1	39,5	4	3	0,25		1600	199	0,023					



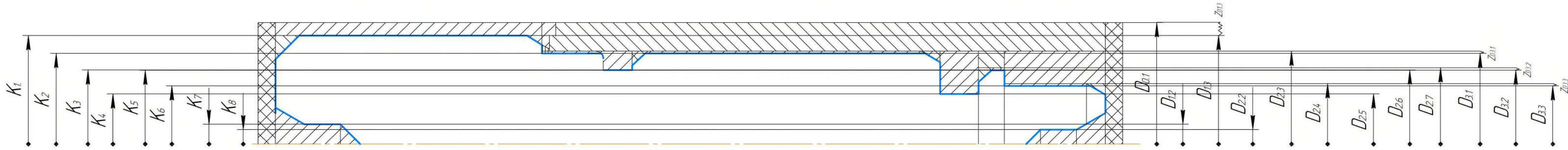
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	8	Точить фаски, выдерживая размеры 2,3±0,5		Токарный станок по металлу JET GH-1440 ZX 50000721T	3-х кулачковый патрон Ø250 мм с прямыми кулачками	Резец правый токарные проходной отогнутый 16x10 ГОСТ 18885-73	Шаблон фасочный ГОСТ-519-77		2		3	3	0,25		1600	15,1	0,04	2,74	26,5	19,39	19,5	
	9	Точить фаски, выдерживая размеры 4,1±0,5				Резец правый токарные проходной отогнутый 16x10 ГОСТ 18885-73	Шаблон фасочный ГОСТ-519-77		2		1,5	1,5	0,25		1600	7,56	0,025					
	10	Точить фаску, выдерживая размер 5,7±0,1				Резец правый токарные проходной отогнутый 16x10 ГОСТ 18885-73	Шаблон фасочный ГОСТ-519-77		1	70	5	5	0,5		1524	4,3	9,0	0,15				
	11	Проточить поверхность, выдерживая размер R1				Резец правый токарные проходной отогнутый 16x10 ГОСТ 18885-73	Шаблон радиусный ГОСТ 4126		1	42	1	1	0,25		1600	211	0,01					
	12	Нарезать резьбу, выдерживая размер 35±0,31; M84x2-7g; 53±0,5				Резец токарный резьбовой тип 1 20x12мм T15K6 ГОСТ 18885-73	Шаблон резьбовой ГОСТ-519-77		5	42	35	0,4	0,25		80	26,37	9,56					
020 Шлифовальная	1	Установить и снять заготовку. Шлифовать поверхность, выдерживая размеры 20±0,04; 42 <sup>-0,062</sup>		Круглошлифовальный станок MD1320B	3-х кулачковый патрон Ø250 мм с прямыми кулачками	Круг 1 300x20x76,2 25A F60 к 6 V40M/c 2кл. ГОСТ Р 52781-2007	Микрометр МК50-1 ГОСТ 6507-90 Ниппермер НМ 18-50-1 ГОСТ 868-82		1	42	16	0,48	0,013		318	20	4,47	0,705	8	20,955	20,957	
	2	Шлифовать поверхность, выдерживая размеры 39 <sup>-0,062</sup>				Круг 1 300x20x76,2 25A F60 к 6 V40M/c 2кл. ГОСТ Р 52781-2007	Микрометр МК50-1 ГОСТ 6507-90		1	39	4	0,48	0,013		318	20	1,57					
	3	Шлифовать поверхность, выдерживая размер 30 <sup>-0,052</sup>				Круг 1 300x20x76,2 25A F60 к 6 V40M/c 2кл. ГОСТ Р 52781-2007	Микрометр МК50-1 ГОСТ 6507-90		1	30	45	0,48	0,013		318	20	11,48					



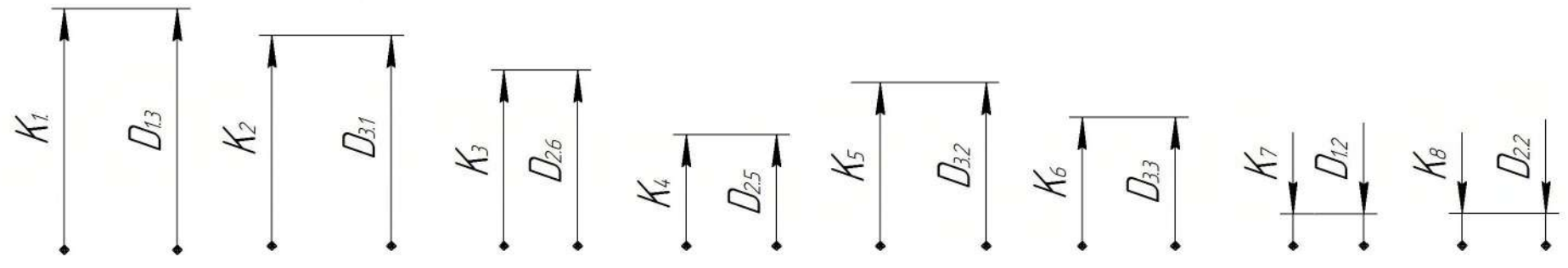
**Приложение В**  
**Размерный анализ детали «Шток»**



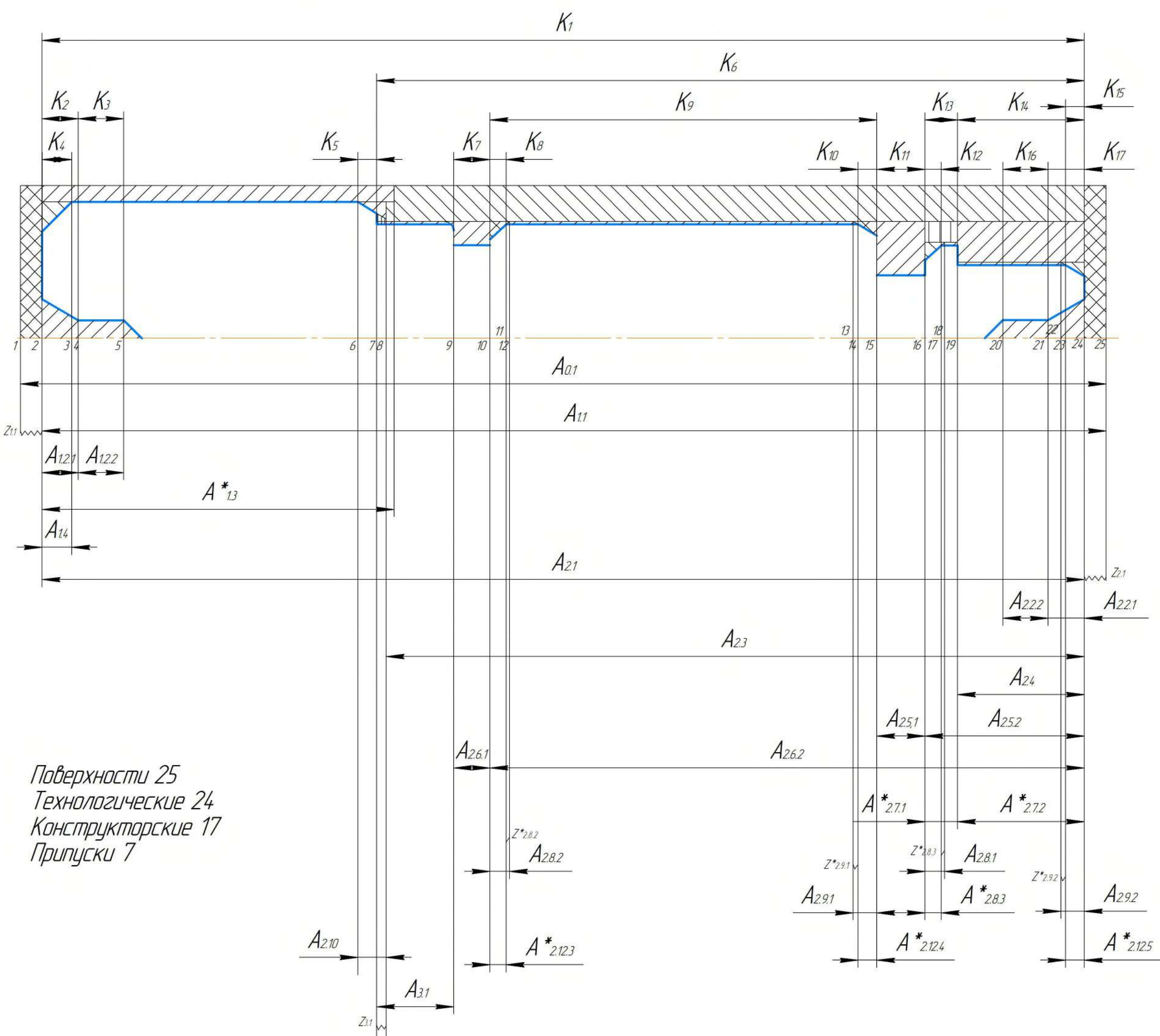
Размерная схема диаметральных размеров



Размерные цепи диаметральных конструкторских размеров



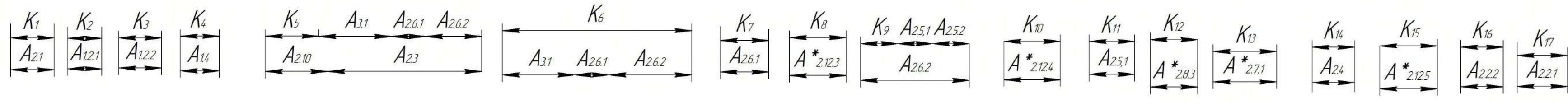
Размерная схема продольных размеров



Граф размерных цепей



Размерные цепи продольных конструкторских размеров



				ИШНПТ-38/151/13.005				
				Размерный анализ				
Изм.	Копич.	Лист	№рек.	Подп.	Дата	Стадия	Масса	Масштаб
Разраб.		Кулеш С.Г.						
Пров.		Бознак А.О.						
Т.контр.						Лист	Листов	
Н.контр.								
Утв.								

КОМПАС-3D v11 Home © 2017 ООО "АКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.  
Имя, № папки, Лист, и дата, Взам. инв. №



## **Приложение Г**

**Чертеж приспособления для контроля радиального биения**



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
				<u>Документация</u>			
A2				Сборочный чертеж			
				<u>Детали</u>			
		1		Призма	2		
		2		Упор 1	1		
		3		Конус	1		
		4		Упор 2	1		
		5		Подвижный конус	1		
		6		Оправка	1		
		7		Шайба	2		
		8		Головка	2		
		9		Станина	1		
		10		Фиксатор	2		
				<b>Болт М30 ГОСТ11738-84</b>			
				<u>Стандартные изделия</u>			
		11		Винт М10-8Н/7g	4		
		12		ГОСТ-1491-80			
				Штифт 10Н7/р6	4		
				ГОСТ 3128-70			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разрб.							
Пров.							
Утв.							
ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ БИЕНИЯ					Лит.	Лист	Листов
					У		

[illegible]